EXPLORACION

MUESTREO

Y

ENSAYES DE SUELOS

Alfredo I. Martínez
Profr. de Laboratorio de Mecánica de Suelos
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos

P R O L O G O

La elaboración de las presentes notas, tienen como finalidad que los estudiantes de Ingeniería Civil y Arquitectura, tengan un conocimiento elemental de la forma como se realizan las exploraciones en medios térreos. Así mismo, se pretende, mejorar la enseñanza pedagógica, ayudando al alumno para que pueda realizar en el laboratorio los ensayes de suelos sin ninguna dificultad, guiándose únicamente con la secuela establecida y comprobando en forma simultanea lo expuesto en su clase teórica.

No se pretende que lo expuesto se cumpla rigurosamente, ya que en algunos casos se puede contar con equipo moderno facilitando las exploraciones y los ensayes.

Atentamente

Ing. Alfredo I. Martínez Cruz
Profesor del Laboratorio de
Mecánica de Suelos.

GENERALIDADES

En la realización de las obras de Ingeniería de cimentaciones sobre suelos, el proyectista requiere obtener un conocimiento del comportamiento que va atener el suelo al aplicar ciertas cargas, producto, de una super-estructura, con el objeto de lograr una seguridad en la misma. Para ello, es necesario analizar las propiedades y características del sub-suelo en el lugar donde se pretende construir.

Debido a la complejidad que presenta el suelo, se han ideado pruebas del Laborato 1o que permiten obtener, en forma aproximada, valores de propiedades índice y mecánicas, los suelos -- servirán de base para diseñar las cimentaciones. Por tal motivo en los estudios de mecánica de suelos, debe realizarse un pro-- grama de exploración y muestreo procurando que las muestras extraidas sean realmente representativas.

TIPOS DE EXPLORACIONES

La exploración puede realizarse en 2 formas:

1.- Exploración Directa

2.- Exploración Indirecta

La diferencia entre ambos métodos estriba en que en los -- primeros se obtienen muestras y en los segundos no.

La exploración de suelos directa puede ser de carácter prelimi.

nar o definitiva, dependiendo de la importancia de la obra y de la erraticidad de suelo: estos 2 conceptos se toman también en cuenta para definir el número, espaciamiento y profundidad de los sondeos.

Dentro de la exploración indirecta se cuenta con los métodos Geofísicos, los cuales han tenido una mayor aplicación a los estudios Geológicos y de Minería que a los referentes a Mecánica de Suelos. Resultando impropios para estudios de cimentaciones dibido a que la información obtenida carece de seguridad. Este tipo de exploración resulta rápida para explorar grandes zonas, pudiendo aplicarse a estudios preliminares, ya sea en la localización de perfiles de roca o lugares donde sea factible cimentar presas de tierra.

Para que una exploración resulte con éxito, debe contarse con un equipo adecuado y material humano especializado: además de criterio y experiencia.

De acuerdo con la tabla 1, las exploraciones directas pueden realizarse mediante sondeos en forma manual o con equipo mecánico.

EXPLORACION DE SUELOS

- EXPLORACION DIRECTA
  - A) MANUAL
  - B) CON EQUIPO MECANICO
    - 1.-PERCUSION
    - 2.-ROTACION
    - 3.-PRESION
- EXPLORACION INDIRECTA
  - 1.- REFRACCION SISMICA
  - 2.-RESISTIVIDAD ELECTRICA
  - 3.-GRAVIMETRICO
  - 4.-SONICO

1.- PERCUSION (EMPLEANDO MARTINETE - TUBO PARTIDO)

2.- ROTACION (CON EQUIPO ROTARIO - BARRENA HELICOIDAL)

3.- PRESION (A BASE DE GATOS, POLEAS, TUBO SHELBY)

METODOS MANUALES

TABLA I

METODO	TIPO DE MUESTREO	TIPO DE SUELOS EN QUE SE APLICA	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO
POZO A CIELO ABIERTO	INALTERADO ALTERADO	TODOS	LABRADO MANUAL
TALADROS MANUALES POSTEADORA BARRENOS HELICOIDALES	ALTERADO	EN TODOS AQUELLOS QUE TENGAN CIERTA COHESION	MANUAL

METODOS EMPLEANDO EQUIPO MECANICO

MUESTREADOR	TIPO DE MUESTRA	MODO DE OPERACION	TIPO DE SUELOS EN QUE SE EMPLEA
TUBO PARTIDO	ALTERADA	PERCUSION	TODOS LOS SUELOS EXCEPTO LOS QUE TENGAN MUCHA GRAVA
TUBO DE ABERTURA LATERAL	ALTERADA	PERCUSION	SUELOS GRANULARES
TUBO DE PARED DELGADA TIPO " SHELBY "	INALTERADA	PRESION	ARCILLAS, LIMOS CON POCO MATERIAL ARENOSO DE CONSISTENCIA BLANDA O POCO FIRME

TUBO DE PISTON	INALTERADA	PRESION	ARCILLAS Y LIMOS BLANDOS POCO FIRMES
DENISON	ALTERADA INALTERADA	ROTACION PRESION	ARCILLAS Y LIMOS S/GRAVAS ABAJO DEL N. A. F.
T. A. M. S.	ALTERADA INALTERADA	ROTACION PRESION	ARCILLAS Y LIMOS S/GRAVAS ABAJO DEL N. A. F.
WIRE LINE	ALTERADA INALTERADA	ROTACION PRESION	TODOS LOS SUELOS Y ROCAS
BARRILES	ALTERADA INALTERADA	ROTACION PRESION	GRAVAS CON CANTOS RODADOS, ROCAS

TIPOS DE MUESTRAS

Existen 2 tipos de muestras las cuales dependiendo de la forma en que son obtenidas se clasifican en:

1.- ALTERADAS

- a) REPRESENTATIVAS — SON TODAS AQUELLAS QUE HAN MODIFICADO SU ESTRUCTURA CONSERVANDO SUS COMPONENTES
- b) NO REPRESENTATIVAS — SON AQUELLAS EN QUE ADEMAS DE HABER MODIFICADO SU ESTRUCTURA, HAN PERDIDO ALGUNO DE SUS COMPONENTES.

2.- INALTERADAS (Por su forma pueden ser cúbicas o cilíndricas).

MUESTRAS ALTERADAS .- Se ha designado con este nombre a las muestras que no conservan las propiedades que poseían " in-situ ", es decir que han variado sus componentes, estructura o ambos.

MUESTRAS INALTERADAS.- Se les denomina así a las muestras que conservan hasta donde es posible todas sus propiedades que originalmente poseían in-situ (textura - estructura).

MUESTRAS INTEGRALES.- O INDIVIDUALES Son aquellas que dependerán de las características medias de un conjunto de estratos o exclusivamente de un estrato.

Datos que debe llevar una muestra al ser extraida.

a).- Número de muestra.

b).- Tipo de muestra

c).- Tipo de muestreador usado

d).- Profundidad de muestreo

e).- Indicar la orientación de la muestra

f).- Estado del tiempo en el momento de tomarse la muestra.

g).- Clasificación del suelo muestreado

h).- Nombre del responsable de la brigada de exploración.

PROGRAMA DE EXPLORACION

En todo estudio de Mecánica de Suelos, debe efectuarse un programa de exploración de suelos, el cual debe constar de lo si -- guiente.

1.- Número de Sondeos
2.- Tipo de sondeos
3.- Localización
4.- Espaciamiento
5.- Profundidad.

Cada uno de los puntos anteriormente expuestos está en -- función del tipo de construcción área-cubierta, uniformidad y regularidad de los depositos de suelo.

Para poder lograr una exploración aceptable, se debe realizar en 2 etapas.

1.- ETAPA PRELIMINAR.- Esta etapa tiene como base proporcionar una idea aproximada del sub-suelo, permitiendo, en forma simultanea, definir el programa de exploración de la etapa - definitiva.

2.- ETAPA DEFINITIVA.- Una vez teniendo el conocimiento de los - depositos de sub-suelo, se realiza esta - etapa utilizando el equipo adecuado que - proporcione muestras representativas.

En algunos casos, dependiendo del criterio y experiencia del - Ingeniero, los estudios preliminares, llegan a ser definitivos, resultando económicos y rápidos.

	En la zona de alta compresibilidad, al número anterior se le deducira el de los sondeos tipo C que se requieran.
SONDEO OBTENIDO MUESTRA INALTERADA	Uno por cada 2000 m^2 o fracción solo se realizara en las zonas donde se presenten depositos de alta comprecibilidad

Lo anterior son restricciones que han tomado el departamento - - - del D. F. como trabajos mínimos en los estudios de mecánica de suelos Sin embargo, cuando la persona encargada considere necesario, para la seguridad de la obra a construir y, sobre todo, en lugares donde existan zonas cavernosa o fallas, debe efecturase un número mayor de sondeos; cabe aclarar que los valores estadísticos obtenidos en otras exploraciones resultan de gran ayuda en los estudios.

2.- TIPO DE SONDEO

En éste caso la naturaleza del terreno es la que rige para definir el tipo de sondeo, conjuntamente, con la importancia de la obra.

3.- LOCALIZACION DE LOS SONDEOS

Normalmente los sondeos se localizan, de preferencia, en el centro de carga de la estructura y en los ejes principales que se encuentran sobre cargados.

4.- ESPACIAMIENTO DE LOS SONDEOS

Para tener una idea clara del espacimiento de los sondeos en-

obras de Ingenieria, se presenta a continuación una tabla de valores, los cuales pueden duplicarse, en el caso de encontrar suelos con estatigrafias regulares y se disminuye su magnitud cuando se encuentren estratigrafias irregulares.

T A B L A 2

ESTRUCTURA U OBRA	ESPACIAMIENTO M.
Carretera (investigación de la subrasante)	300 - 600
Presa de tierra, diques	30 - 60
Excavación para prestamo	30 - 120
Edificio de varios pisos	15 - 30
Edificio industrial de un piso	30 - 90
George B. Sowers. 335.	

5.- PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS.

La profundidad en los sondeos juega un papel realmente importante en la exploración de los suelos, sobre todo en obras considerables, en las que habrá que estudiar cuidadosamente la resistencia, comprensibilidad y permeabilidad de los mantos, para asegurar la estabilidad de la misma. Conforme se va avanzando la exploración, puede tenerse una idea clara y concisa del posible comportamiento que va a tener el suelo al incrementarse con una sobrecarga, dependiendo de la estratigrafia y la facilidad o dificultad que presente la exploración.

Se han establecido reglas practicas para definir la profundiad de los sondeos, por ejemplo, en el caso de cimentaciones superficiales. En lo que se refiere a capacidad de carga, el plano de falla más critico quedaría definido al girar el cimiento sobre el punto o; fig. (1)

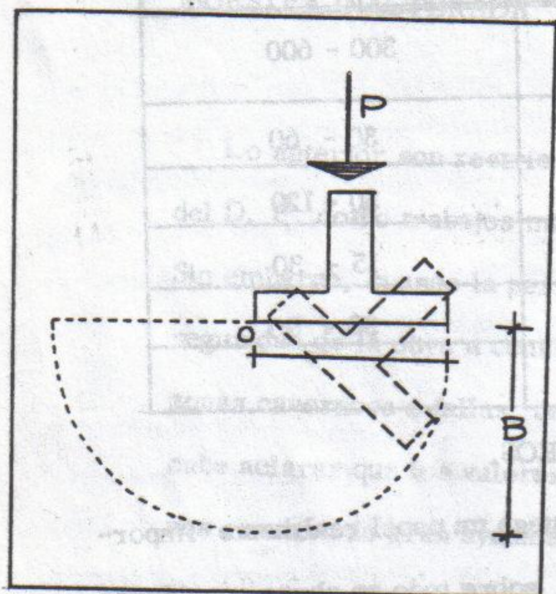


FIG. 1

Resultando, por lo tanto, la profundidad de exploración igual al ancho de la cimentación, adaptandose, como medida de seguridad, dos veces este valor. Sin embargo, el criterio adoptado resultaría exagerado en el caso de estructuras anchas de un solo piso (estructuras industriales e impropio para torres esbeltas.

En el caso de que existan estratos comprensibles y la sobrecarga se siga incrementando, traerá, como consecuencia, deformaciones de los estratos compresible ocasionando asentamientos. En estos casos, cuando las cimentaciones sean superficiales o poco profundas, sujetas a incrementos de carga regulares, la profundidad del sondeo quedará definido en función de la propagación de esfuerzos verticales que manda la estructura al suelo, hasta verificar que se hayan disipado en un 10 ó 5% fig (3)

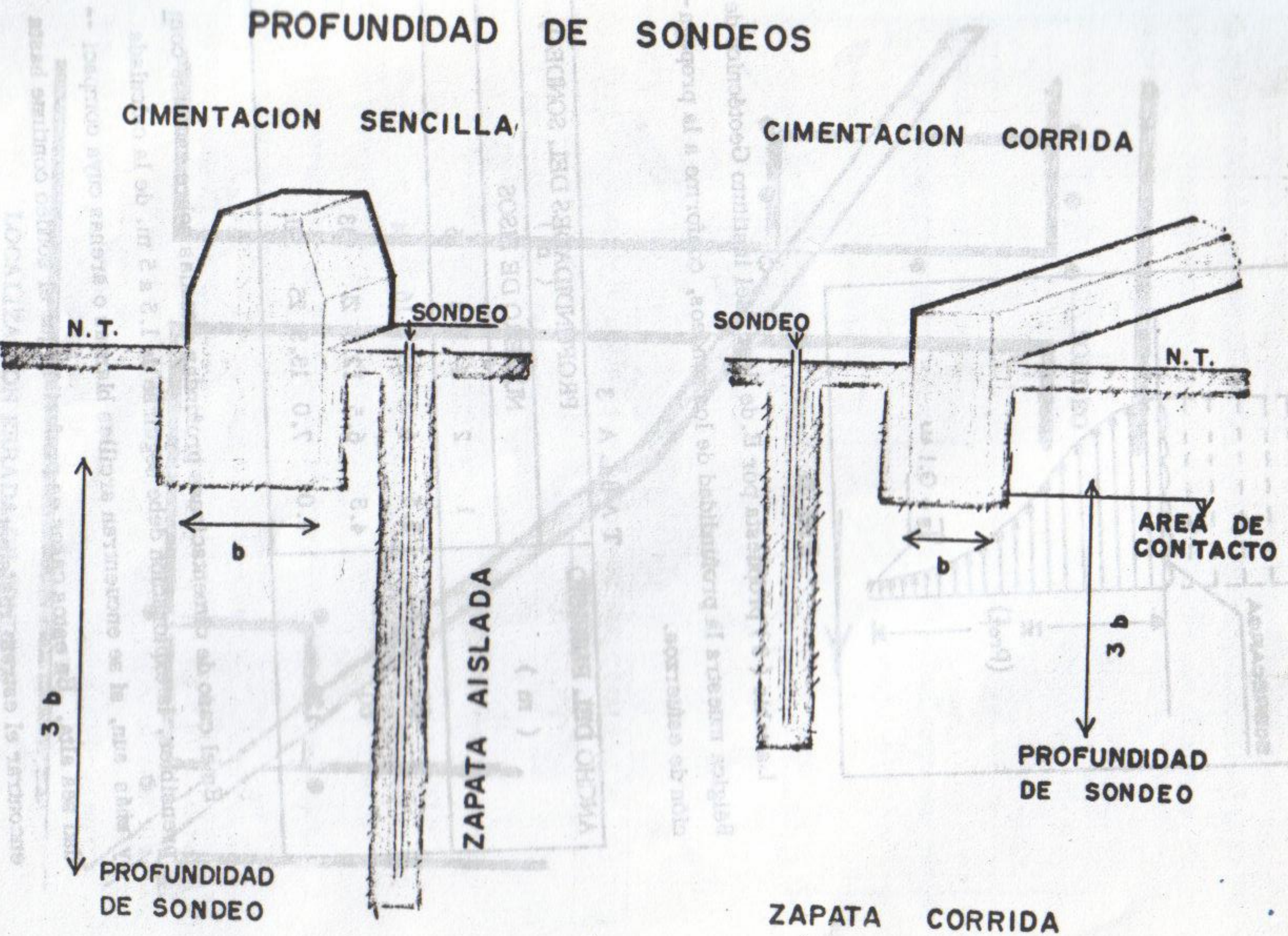

PROFUNDIDAD DE SONDEOS
CIMENTACION SENCILLA
N. T.
SONDEO
b
3 b
PROFUNDIDAD DE SONDEO
ZAPATA AISLADA
CIMENTACION CORRIDA
SONDEO
N. T.
b
AREA DE CONTACTO
3 b
PROFUNDIDAD DE SONDEO
ZAPATA CORRIDA

fig 2

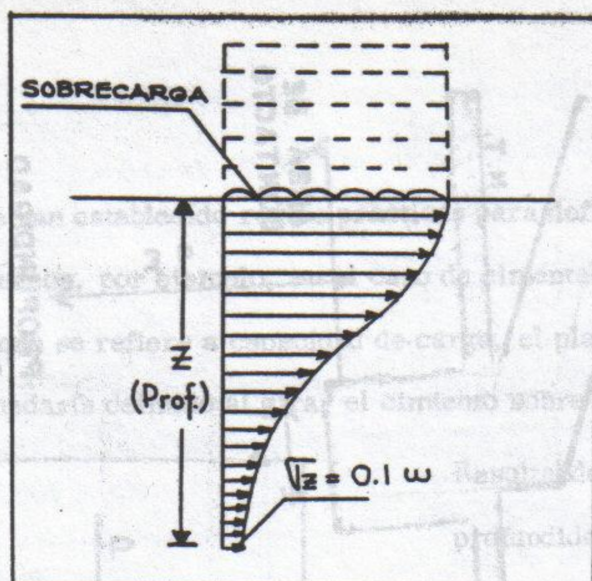


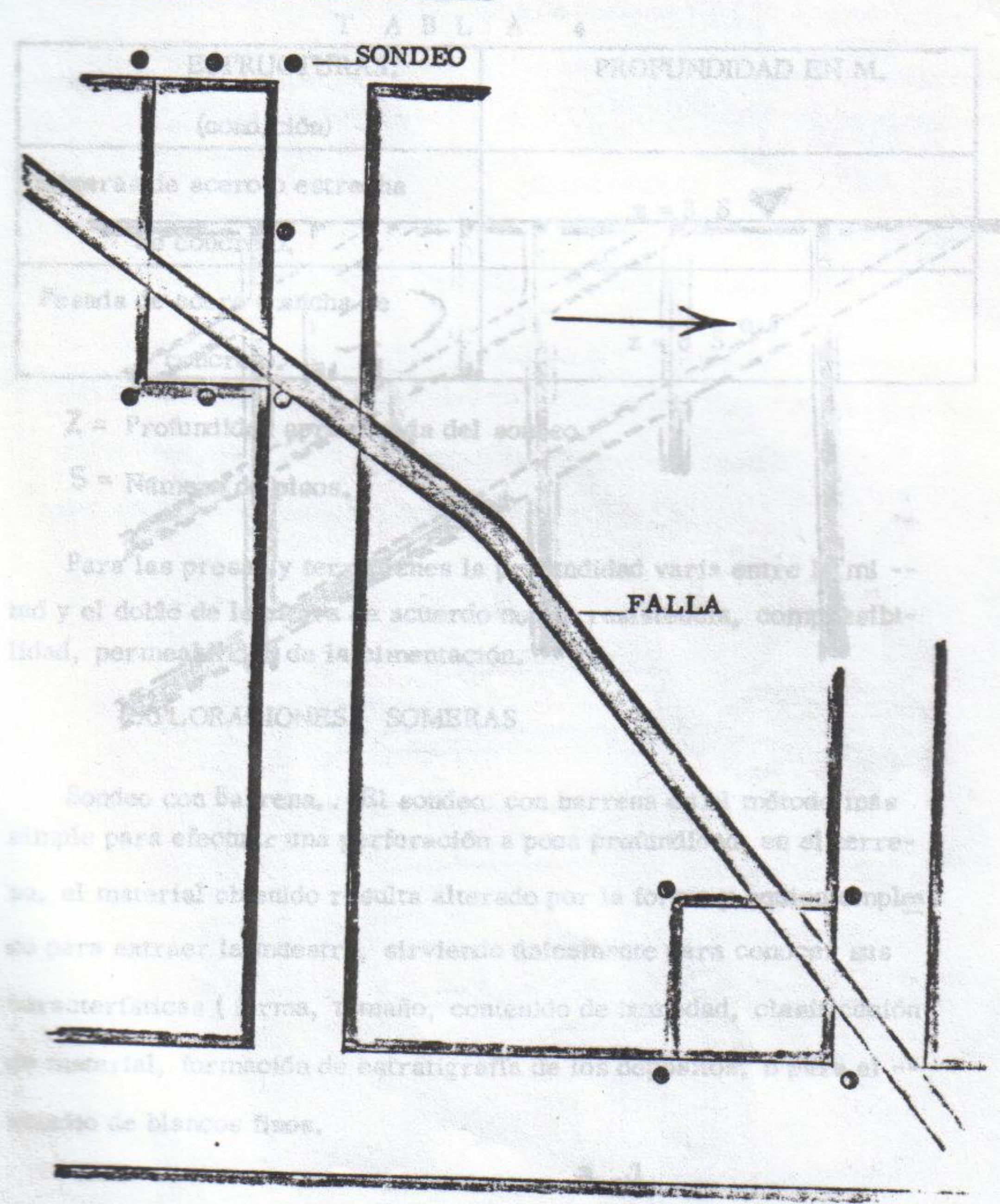
FIG. 3

La tabla (3) propuesta por E. de Beer, del instituto Geotécnico de Bélgica muestra la profundidad de los sondeos, conforme a la propagación de esfuerzos.

TABLA 3

ANCHO DEL EDIFICIO (m)	PROFUNDIDADES DEL SONDEO, (m) NUMERO DE PISOS				
	1	2	4	8	16
30	3.5	6	10	16	24
60	4.5	6.5	12.5	21	33
120	4.0	7.0	13.5	25	41

En el caso de cimentaciones profundas situadas sobre estratos compresibles, la exploración debe seguirse de 1.5 a 5 m. de la calculada y más aun, si se encuentran arcillas blandas o arenas cuya compacidad sea alta. En estos casos es preferible que el sondeo continue hasta encontrar el estrato resistente.



LOCALIZACION ERRADA DE SONDEOS

fig 5

PERFIL ERRATICO. SONDEOS CORRECTAMENTE LOCALIZADOS.

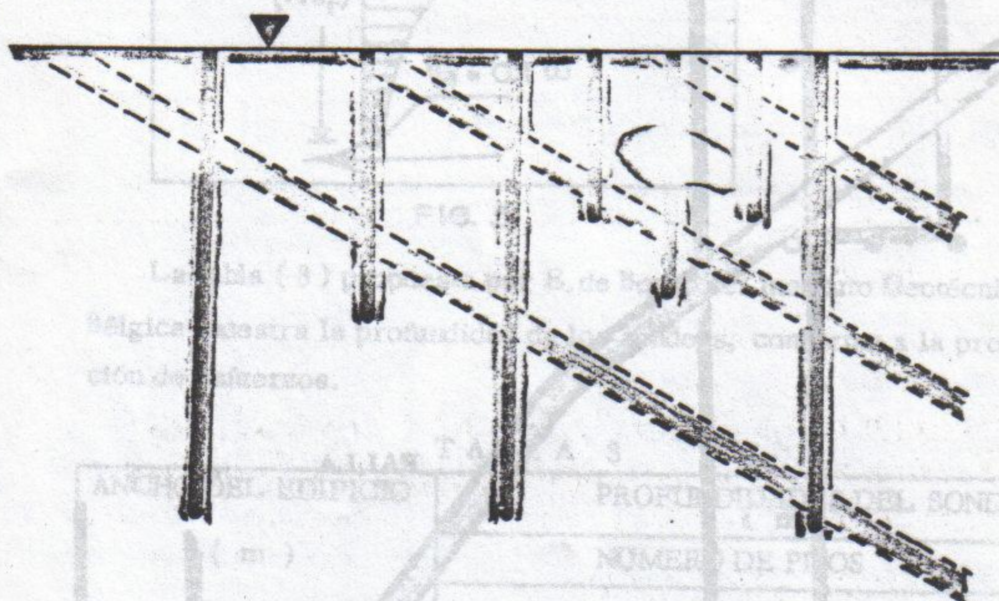


fig 6

TIPOS DE BARRENAS.	POSTEADORA	Dispositivo constituido de 3 ó más cuchillos, unidos a un -- eje cuyo diámetro varia de 10 a 20 cm.
	BARRENA HELICOIDAL.	Tiene la forma de un Berbiquí semejante al de carpintero con diámetro de 4 a 7.5cm
	CUCHARA DE POCERO.	

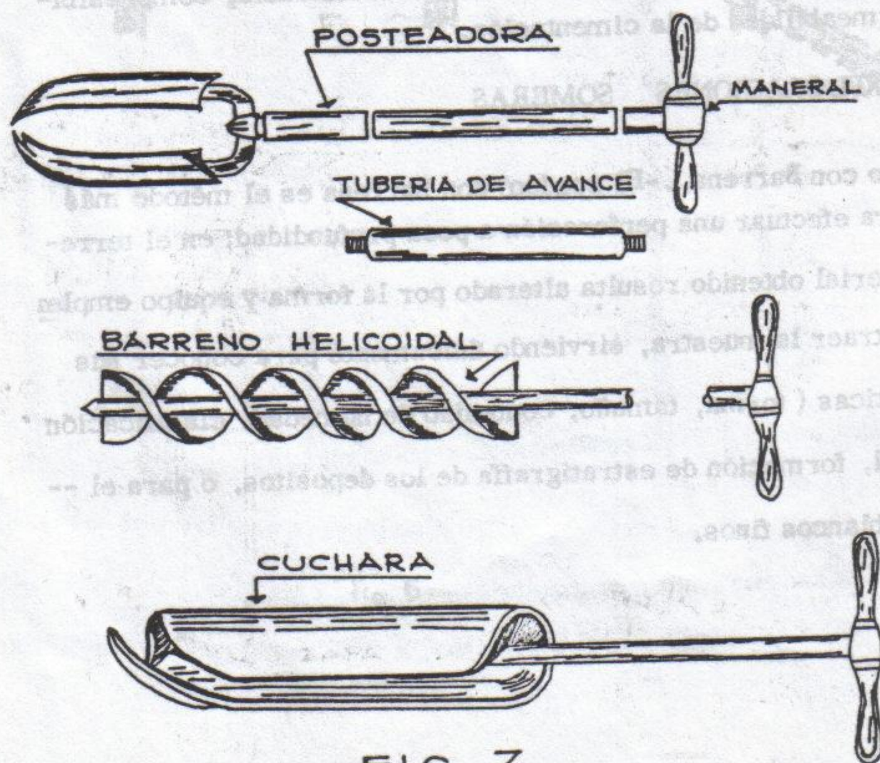


FIG. 7

TIPOS DE BARRENAS.	POSTEADORA	Dispositivo constituido de 3 ó más cuchillos, unidos a un -- eje cuyo diámetro varia de 10 a 20 cm.
	BARRENA HELICOIDAL.	Tiene la forma de un Berbiquí semejante al de carpintero con diámetro de 4 a 7.5cm
	CUCHARA DE POCERO.	

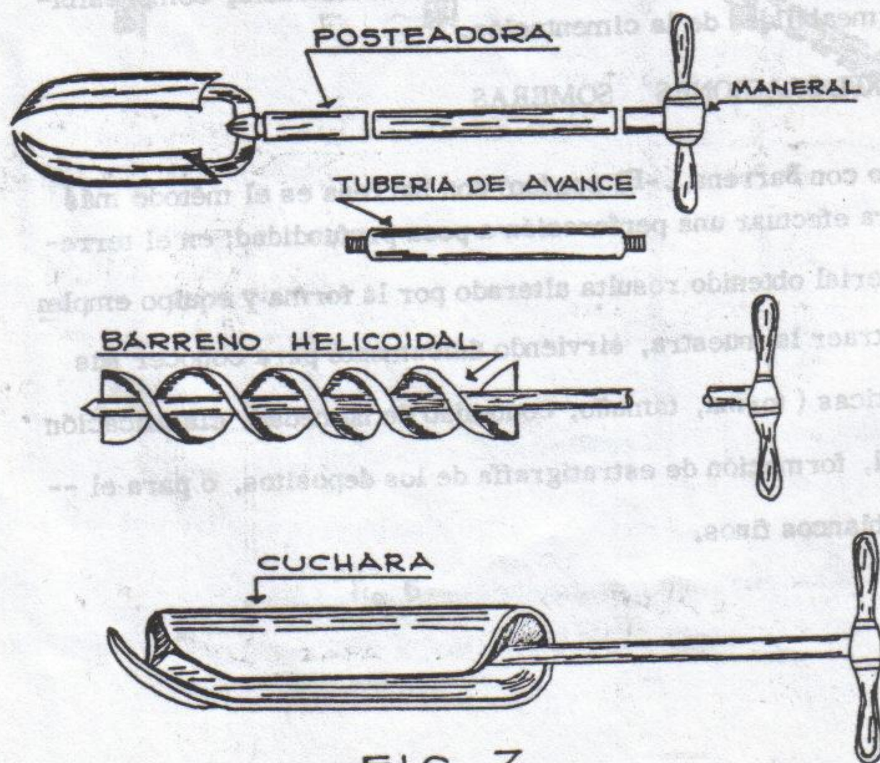


FIG. 7

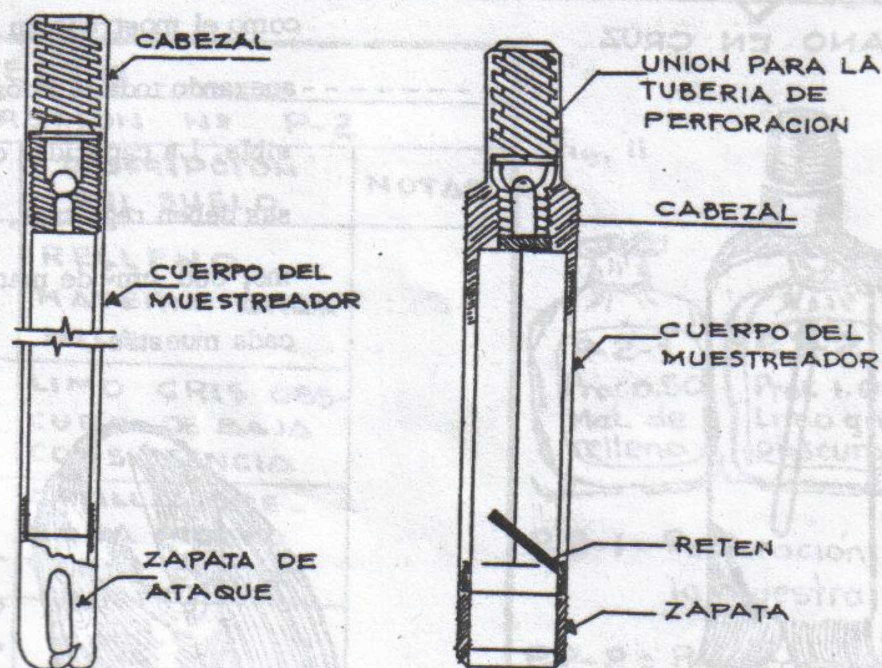
M U E S T R E O

El procedimiento de exploración consiste en introducir a presión - e ir girando cualquiera de los tipos de barrena fig (7) conforme se vaya avanzando la exploración se van acoplando tramos de tubería ---- (1.5 m) colocandose en la parte superior un maneral, que es el que -- sirve para hincarse.

Este procedimiento se emplea en el caso de suelos relativamente blandos, que no contengan depósitos de grava o boleos.

Cuando se tiene material friccionante (arenas) depositado bajo -- del nivel de aguas freáticas, las barrenas no resultan adecuadas por no recuperar material al ser extraidas, debiendose cambiar la barrena -- por cucharas especiales. fig (8)

FIG. 8

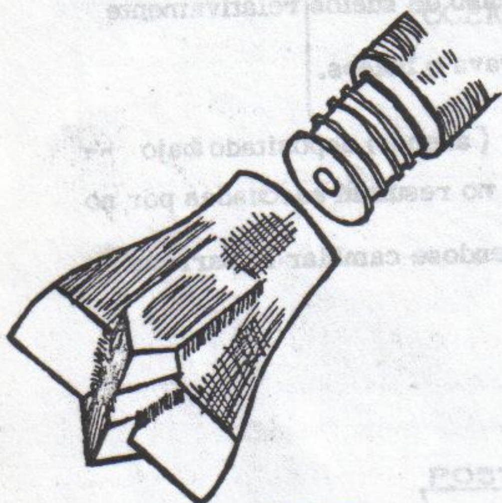


CUCHARAS MUESTREADORAS

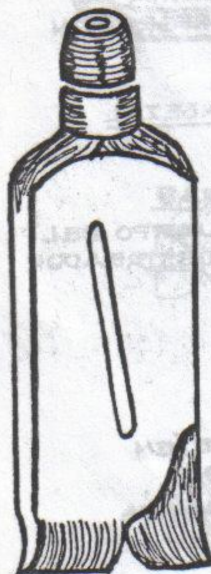
Cuando al estar explorando el suelo con barrenos se encuentran de pósitos de grava cementadas, boleos o estratos duros de espesor relativamente delgado, puede emplearse una pulseta, la cual es una barra metálica con el extremo inferior en una forma adecuada para romper materiales duros o un trépano como medio de ataque para atravesarlo.

PROTECCION DE LAS MUESTRAS

Las muestras obtenidas son depositadas en bolsas de plástico, anotando en cada una de ellas. La simbología correspondiente al sondeo, No. de muestra, profundidad, asi como una clasificación visual de campo. Si se desea, todas estas observaciones pueden anotarse en un registro de campo como el mostrado en la fig. (11) anexando toda la información posible. La capacidad de las bolsas deben registrar, como mínimo, 500 cm^3 de material para cada muestra.



TREPANO EN CRUZ



TREPANO COLA DE PESCADO



TREPANO CON TRES CUCHILLAS

fig. 10



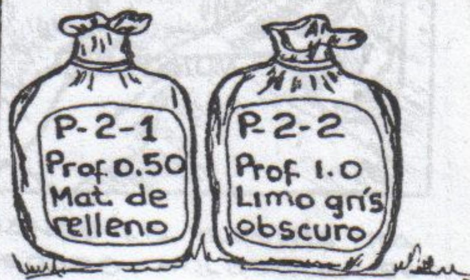
PROYECTO _____________

PERFORACION Nº P-2

PROF (m)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO	NOTAS
0.0	← COTA	RELLENO MATERIA ORGANICA.	
0.50			
1.00	Nº1	LIMO GRIS OBSCURO DE BAJA CONSISTENCIA	
1.50	Nº2	ARCILLA ARENOSA COLOR VERDE CLARO	
2.00			
▽NAF			

A.I.M.C

fig. 11



P-2-1 = Perforación 2 de la muestra 1

P-2-2 = Perforacion 2 de la muestra 2

SONDEO POZO A CIELO ABIERTO

Este tipo de sondeo es de los comunmente empleados y recomendados para determinar las propiedades del subsuelo (sobre todo las mecánicas), debido a que las muestras obtenidas són prácticamente inalteradas.

El método queda limitado principalmente al tipo de material y posición del nivel de agua freática. si se desea una mayor profundidad, el procedimiento resulta anti económico, no tanto por el ademe a emplear, sino por el problema del flujo de agua freática hacia el interior.

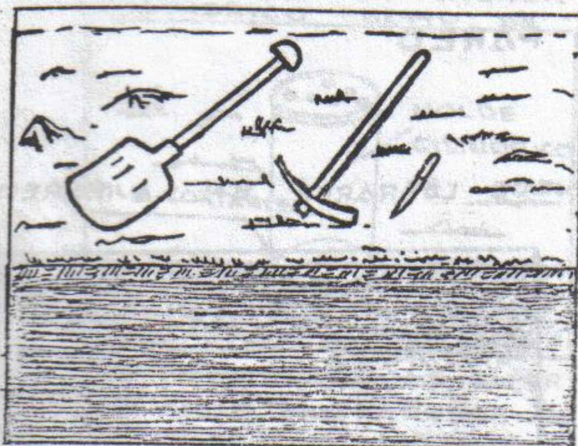
Es fácil realizar este tipo de sondeo cuando el material es moldeable. Resulta con gran dificultad cuando el material es arena, grava o boleos.

FORMA Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

MUESTREO.- Se requiere que la forma de estas muestras sea cúbica, con dimensiones mínimas en sus aristas igual a 25 cm. aunque pueden también *obtenerse en forma cilíndrica.*

El sondeo se efectua manualmente con pico y pala, labrandose la muestra como se indica.

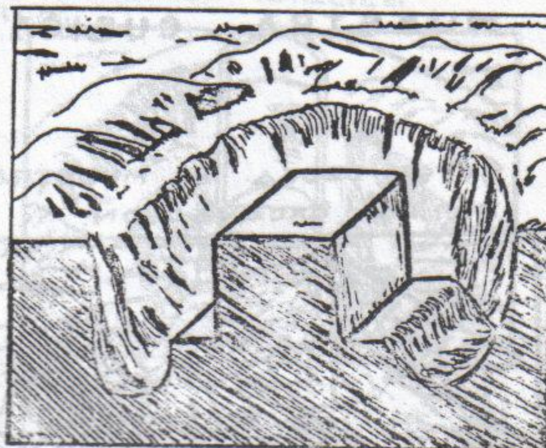
MUESTRA CUBICA DE PISO



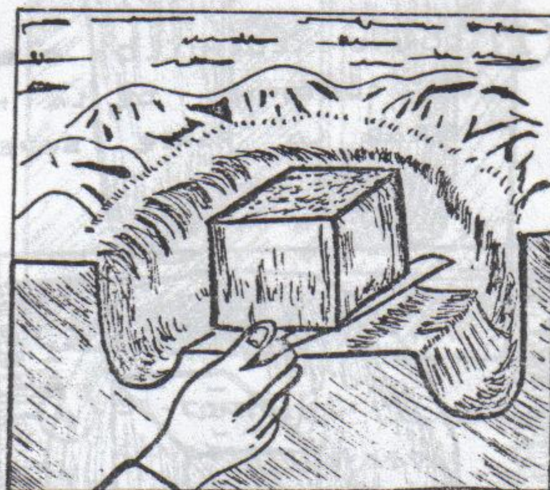
1) EMPAREJESE LA SUPERFICIE DEL TERRENO MARCANDO UN AREA MINIMA DE 2 X 2 m.



2) EXCAVAR CON PICO Y PALA EL CONTORNO DE LA SECCION QUE VA A SERVIR DE BASE PARA LA MUESTRA.



3) SE CONTINUA LA EXPLORACION A UNA PROFUNDIDAD MAYOR DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA MOLDEANDOLA CON UN CUCHILLO O ESPATULA.



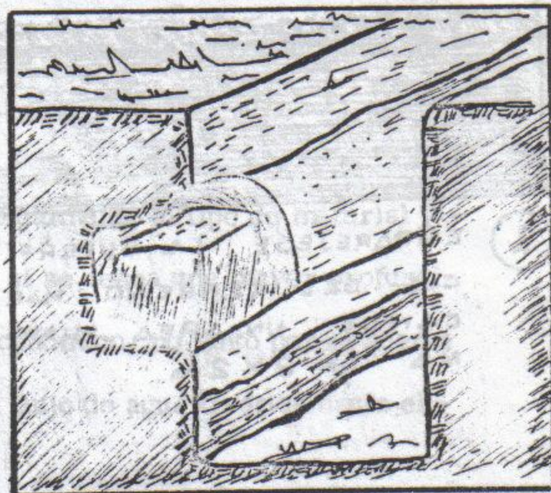
4) CUANDO LA MUESTRA HA QUEDADO MOLDEADA, SE PROCEDE A CORTAR CON CUIDADO SU PARTE INFERIOR.

NOTA: ES CONVENIENTE CORTAR LA MUESTRA 5 o 10 cm. ABAJO DE LA PARTE INFERIOR. UNA VEZ QUE SE ENCUENTRE EN LA SUPERFICIE SE PODRA EMPAREJAR CON MAYOR FACILIDAD Y MENOS RIESGO A FRACTURARSE.

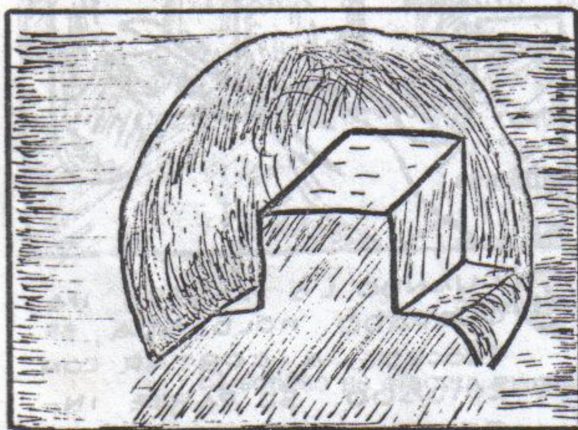
MUESTRA CUBICA DE PARED

SI SE DESEA LA MUESTRA PUEDE LABRARSE EN LA PARED DE LA EXCAVACION.

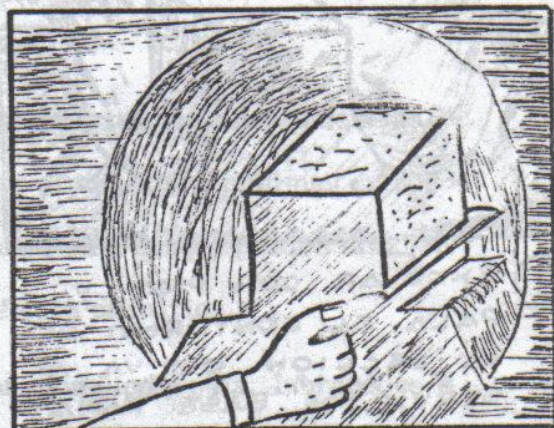




(1) CON UN CUCHILLO O ESPATULA FILOSA MARQUE EL CONTORNO DE LA MUESTRA EMPEZANDO A LABRAR LA PARTE SUPERIOR



(2) EXCAVE EN TODA LA PERIFERIA DE LA MUESTRA

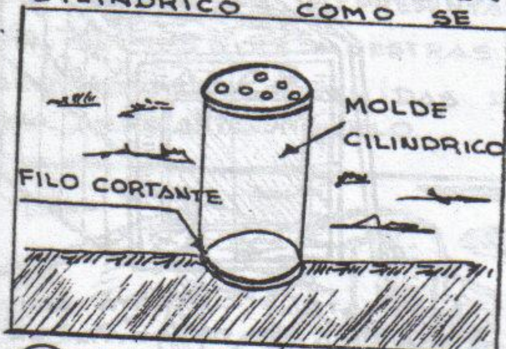


(3) SE CORTA LA PARTE INFERIOR DE LA MUESTRA.

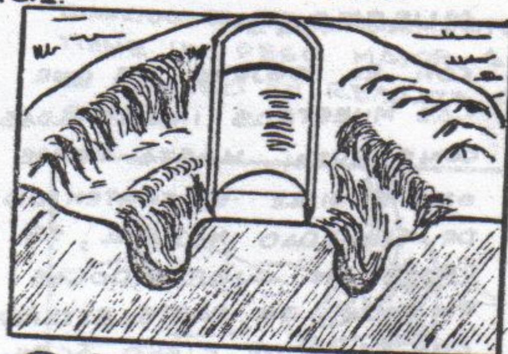
EN ALGUNOS ESTUDIOS DE PRESAS SE HAN OBTENIDO MUESTRAS POZO A CIELO ABIERTO (P.C.A) HASTA PROFUNDIDADES DE 25m.

MUESTRAS DE FORMA CILINDRICA

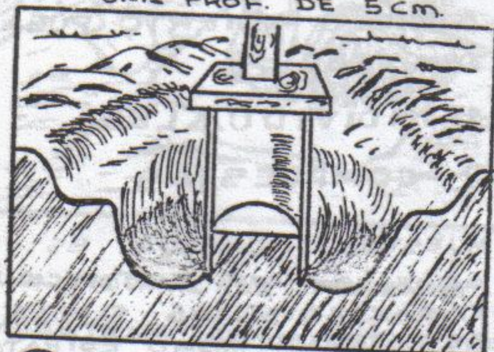
LAS MUESTRAS INALTERADAS PUEDEN SER DE FORMA CILINDRICA. SE OBTIENEN CON UN MOLDE METALICO CILINDRICO COMO SE INDICA.



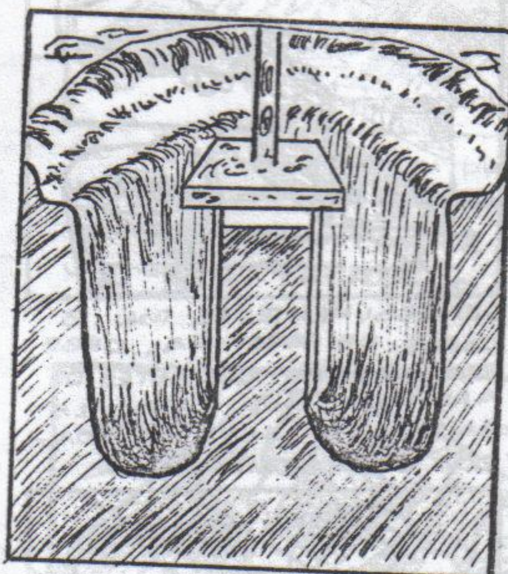
(1) SE EMPAREJA LA SUPERFICIE DEL TERRENO INTRODUCIENDOSE ENSEGUIDA EL MOLDE A PRESION APROXIMADAMENTE A UNA PROF. DE 5 Cm.



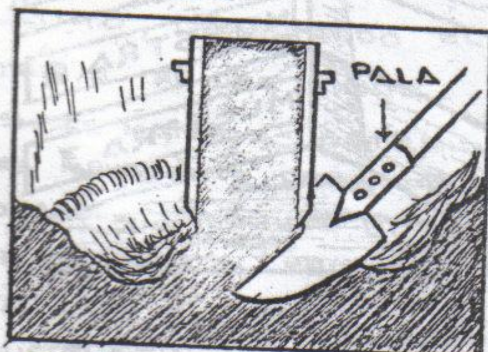
(2) CON EL PICO Y LA PALA SE EXCAVA ALRREDEDOR DEL CILINDRO.



(3) INTRODUZCA EL MOLDE APLICANDO PRESION EN LA PARTE SUPERIOR HASTA LLEGAR A LA PROFUNDIDAD EXCAVADA.



(4) SE CONTINUA LA EXCAVACION HASTA INTRODUCIR TOTALMENTE AL MOLDE

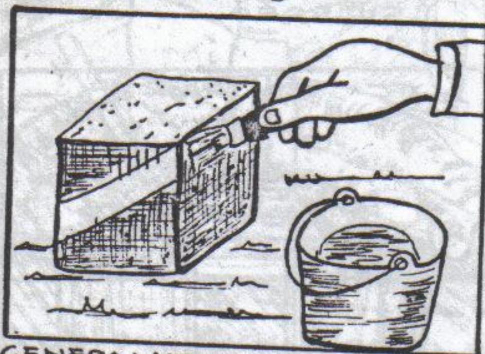


(5) SE CORTA LA MUESTRA EN LA PARTE INFERIOR YA SEA CON LA PALA O CON UN CUCHILLO.

A.I.M.C

PROTECCION DE LAS MUESTRAS

CON EL OBJETO DE QUE LAS MUESTRAS INALTERADAS CONSERVEN HASTA DONDE SEA POSIBLE SU CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL, SE PROTEGEN CUBRIENDOLAS EN TODA SU PARTE EXTERIOR CON TELA DE CIELO AGREGANDO UNA ALEACION DE BREA Y PARAFINA EN PROPORCION 1:3



GENERALMENTE SE DAN 3 CAPAS DE PARAFINA. DEBE PROCURARSE QUE ANTES DE APLICAR UNA CAPA LA ANTERIOR HAYA QUEDADO ENDURECIDA.



EN LAS MUESTRAS CILINDRICAS SE DEPOSITARA UNICAMENTE BREA Y PARAFINA EN LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR.



LA MUESTRA CUBIERTA CON PARAFINA SE DEPOSITA EN UNA CAJA DE MADERA COLOCANDO EN SU INTERIOR PAJA O HIERBA

LAS MUESTRAS POZO A CIELO ABIERTO PUEDEN SER.

1.- INDIVIDUALES

2.- COMPUESTAS

MUESTRA INDIVIDUAL ES AQUELLA QUE JUSTIFICA CARACTERISTICAS SIMILARES DE UN MISMO ESTRATO



CUANDO ES NOTORIO EL CAMBIO DE LA ESTRATIGRAFIA DEBEN EXTRAERSE LAS MUESTRAS INDIVIDUALES NECESARIAS.

NOTA: CUANDO EL MATERIAL ES ARENA ANTES DE CORTAR LA PARTE INFERIOR DE LA MUESTRA, SE PROCEDE A CUBRIRLA CON PAPEL Y SE LE DA UNA CAPA DELGADA DE YESO (1 YESO, 0.2 ARENA, 0.6 AGUA) POSTERIORMENTE SE IMPREGNA CON BREA Y PARAFINA.

MUESTRA COMPUESTA

ES LA MEZCLA REPRESENTATIVA DE VARIAS MUESTRAS INDIVIDUALES OBTENIDAS DE UN PERFIL DE SUELO.

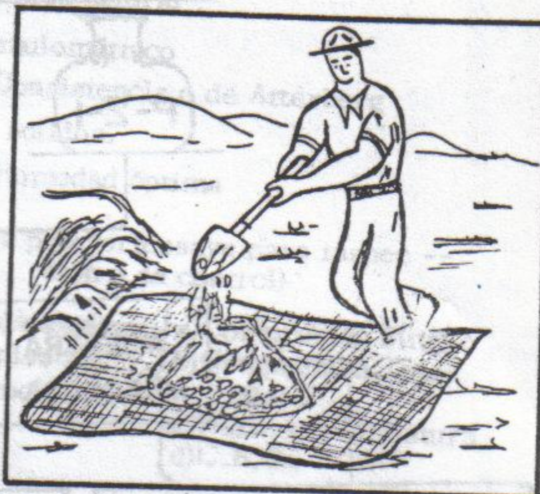


LA FORMA DE OBTENER LAS MUESTRAS COMPUESTAS CONSISTE EN EXCAVAR CON UN PICO APARTIR DE LA PARTE SUPERIOR DEL PRIMER ESTRATO HASTA EL FONDO DEL ULTIMO, DEPOSITANDO EL MATERIAL EN UNA MANTA.

SI EL MATERIAL OBTENIDO ES ABUNDANTE DEBE PROCEDERSE A EFECTUAR EL CUARTEO DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA CON EL OBJETO DE REDUCIRLA.

CUARTEO DE LA MUESTRA EN EL CAMPO

CUANDO EL MATERIAL OBTENIDO TIENE UN PESO MAYOR A 40Kg EL CUARTEO SE REALIZA COMO SIGUE.



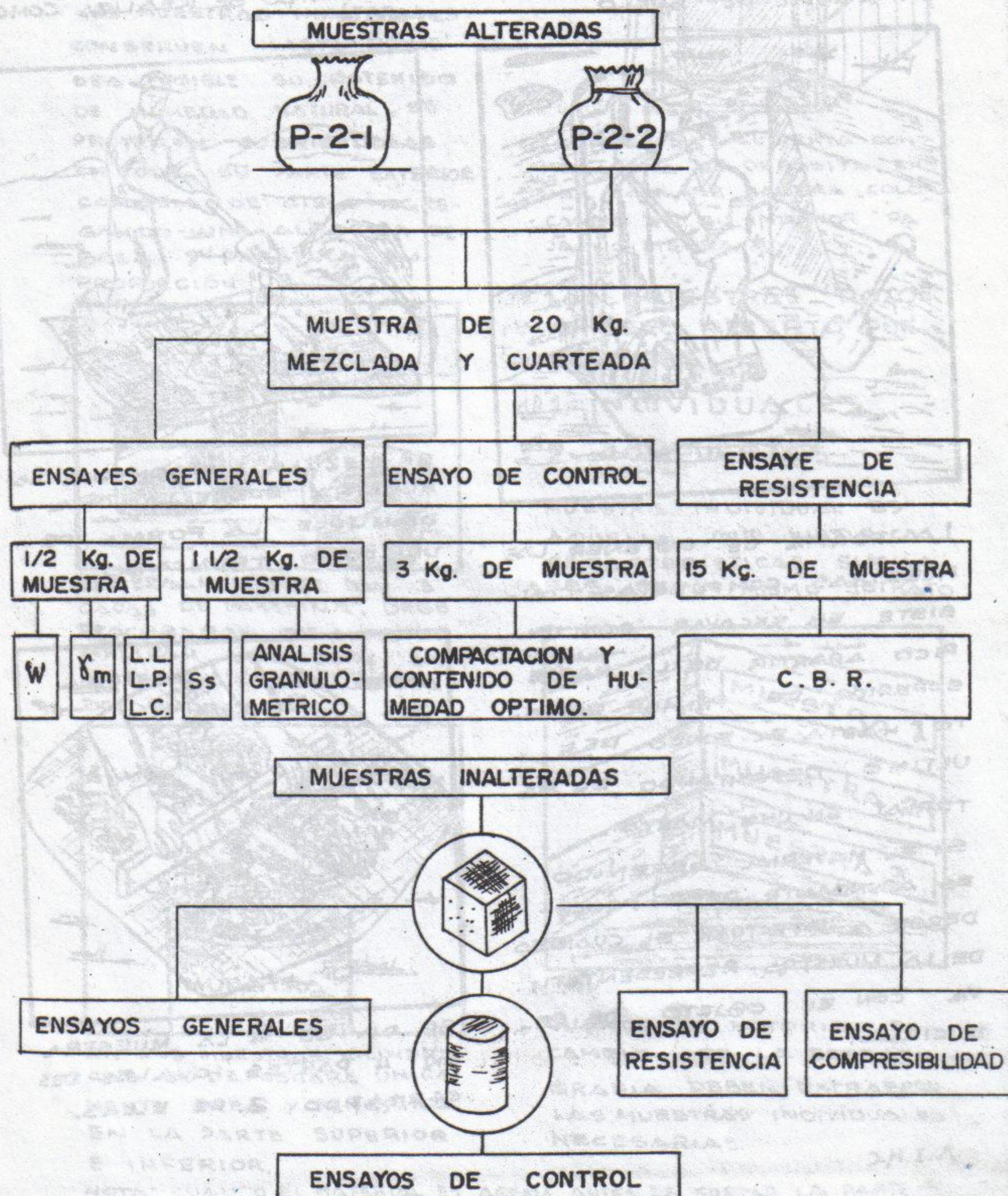
SE MEZCLA Y AMONTONA LA MUESTRA SOBRE LA LONA DANDOLE LA FORMA DE UN CONO TRUNCADO.



SE DIVIDE A LA MUESTRA EN 4 PARTES IGUALES DESCARTANDO 2 DE ELLAS.

A.I.M.C

CANTIDAD DE SUELO NECESARIO EN LOS ENSAYES



USOS DE LAS MUESTRAS

Las muestras obtenidas se emplean para determinar las propiedades indice y mecánicas de los suelos.

- **ALTERADAS**
  - **PROPIEDADES INDICE**
    1. -Características Físicas (forma, tamaño de las partículas, color).
    2. -Contenido de Humedad
    3. -Formación Estratigráfica
    4. -Peso volumetrico natural
    5. -Análisis Granulométrico
    6. -Limites de Consistencia o de Atterberg
    7. -Densidad de solidos.
    8. -Ensayos de Humedad óptima
    9. -Compactación proctor(ensaye para inspección o de control)
  - **PROPIEDADES MECANICAS**
    1. -Resistencia al esfuerzo cortante (empleando -- muestras remoldeables.
       - a)Compresión Simple
       - b)Compresión Triaxial.
       - c)Hardvard Miniatura
       - d)C.B.R.
- **INALTERADAS**
  - **PROPIEDADES INDICE**
    1. -Características Físicas (Forma, color, tamaño Textura, estructura)
    2. - Contenido de Humedad
    3. -Formación Estrátigráfica
    4. -Peso Volumetrico Natural
    5. -Análisis Granulométrico
    6. -Limites de Consistencia o de Atterberg
    7. -Densidad de sólidos.
  - **PROPIEDADES MECANICAS**
    1. -Resistencia al esfuerzo cortante
       - a)Corte Directo
       - b)Compresión Simple
       - c)Compresión Triaxial Rápida.
       - d)Compresión Triaxial Rápida Consolidada.
       - e)Compresión Triaxial Lenta.
       - f) C.B.R.
    2. -Compresibilidad(Consolidación Unidimensional)
       - a)Anillo Flotante
       - b)Anillo Fijo
    3. -Permeabilidad
       - Permeámetro carga constante
       - Permeámetro carga variable.

EXPLORACIONES PROFUNDAS.

Cuando las estructuras mandan incrementos de carga considerables al suelo, resulta necesario explorar a una profundidad mayor que la alcanzada mediante un pozo a cielo abierto.

METODOS DE PERFORACION EMPLEANDO EQUIPO MECANICO.

1. -Perforaciones con espirales
2. -Método de percusión y lavado
3. -Método de Penetración Estandar Dinámico
4. -Método de Penetración Cónica (cono Holandés)

(2–4: Muestreador Tubo Partido o de media caña)

5. -Métodos de Muestreo
   - a) Muestreador Shelby
   - b) Muestreador Denison
   - c) Muestreador T.A.M.S.
   - d) Muestreador Wire Line
   - e) Muestreador con Barriles (ROCA)
6. -Método de rotación con tricónica.
7. -Muestreo Mixto.

PERFORACIONES CON ESPIRALES.

Las exploraciones con espirales son utilizadas en los estudios preliminares cuando los suelos son blandos de preferencia; (Arcilla relativamente consistentes o compresibles) logrando -- con ello un avance rápido en el sondeo.

Las muestras obtenidas resultan alteradas de acuerdo al -- proceso de extracción, sirviendo unicamente de base para tener una idea de la forma como estan constituidos los estratos.

La perforación se realiza empleando equipo rotario y cierta presión que es con lo que se va introduciendo la barra (s) espiral, ayudado en su parte inferior por una broca que es la que va cortando el material. fig. (12)

El Sondeo con Espirales puede ser:

CONTINUO. - Cuando el material es transportado a la superficie por la propia rotación del espiral, dificultandose determinar la profundidad a lo que se extrajo.

INTERMITENTE. - Es aquel en el que el Material ha quedado adherido totalmente al espiral.

Debe tenerse cuidado en estabilizar la excavación con lodo -- bentonítico o agua cuando el material sea poco cohesivo (arenas, gravas)

EQUIPO:

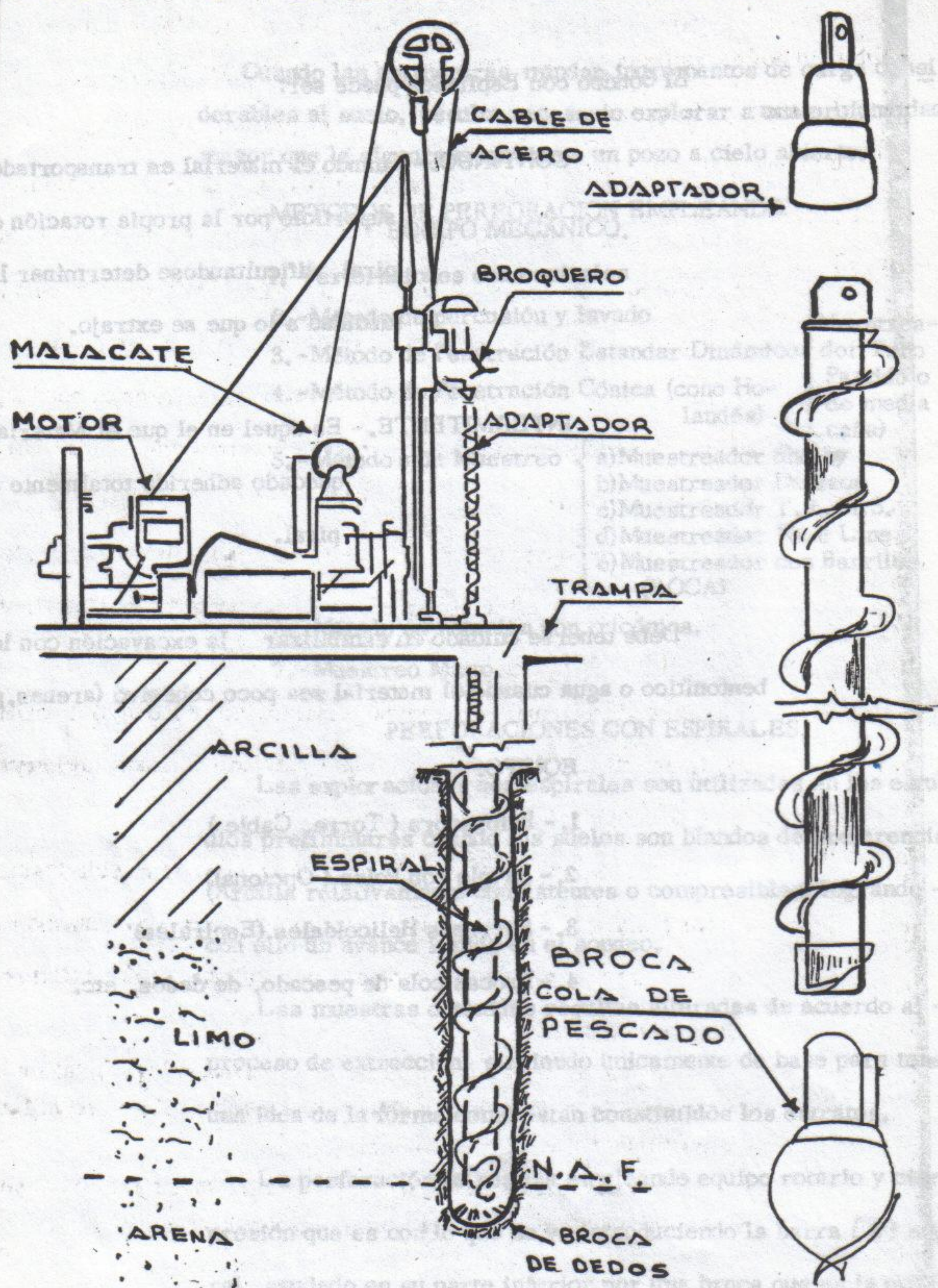
1. - Peforadora (Torre, Cable)

2. - Triple con Polea (Opcional)

3. - Barrenas Helicoidales (Espirales)

4. - Brocas cola de pescado, de dedos, etc.

METODO DE PERFORACION CON ESPIRALES



PERFORADORA PENNDRILL fig (12)

METODO DE PERCUSION Y LAVADO

Este método se usa por lo general como auxiliar en los estudios - de muestreo definitivo. Su exploración se realiza al combinar la energía producida por la caida libre de un trépano, con la inyección del - agua sometida a presión a través de las barras de perforación. El -- agua sale por el extremo inferior del trépano, retornando por el espacio comprendido entre las barras y las paredes de la perforación, -- transportando el material que ha sido cortado hacia un deposito donde se recolectan las muestras. Con el objeto de facilitar el sondeo, las barras de perforación deben alternarse con movimientos ascendentes, descendentes y de rotación. Fig. (13)

Dependiendo del tipo de suelo que se tenga, se pueden utilizar 3 - diferents tipos de trépanos por ejemplo, cuando son suelos suaves el trépano de punta realiza eficazmente su labor.

En cambio cuando el material es duro, es preferible usar el de tipo cincel;cuando se encuentra gravas y cantos rodados, el trépano de cruz es recomendable.

Es conveniente proteger las paredes de la excavación instalando ademe metálico, el cual se va hincando conforme va avanzando el sondeo mediante un martinete y golpeador . Aunque pueden utilizarse -- otros procedimientos.

Un procedimiento, que suele usarse cuando el material es blando con un % bajo de gravas o boleos, es aquel en el que se utiliza lodo sustituyendo, en parte al agua.

El lodo es una suspensión de agua y bentonita con peso específico comprendido entre 1.06 a 1.15. sus ventajas obtenidas son las siguientes:

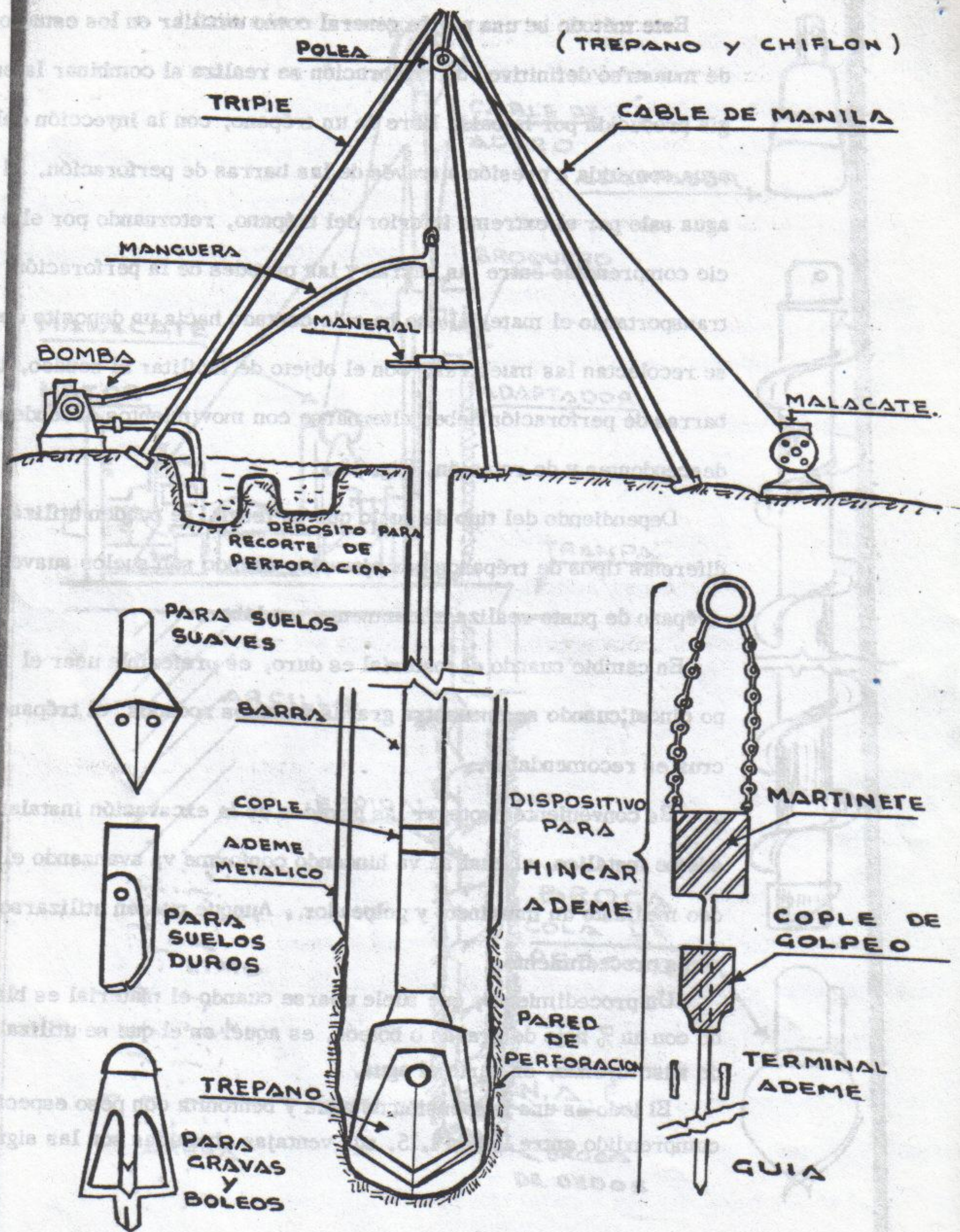

METODO DE PERCUSION Y LAVADO
(TREPANO Y CHIFLON)
POLEA
TRIPIE
CABLE DE MANILA
MANGUERA
MANERAL
BOMBA
MALACATE.
DEPOSITO PARA
RECORTE DE
PERFORACION
PARA SUELOS
SUAVES
BARRA
COPLE
ADEME
METALICO
DISPOSITIVO
PARA
HINCAR
ADEME
MARTINETE
COPLE DE
GOLPEO
PARA
SUELOS
DUROS
PARED
DE
PERFORACION
TERMINAL
ADEME
TREPANO
PARA
GRAVAS
Y
BOLEOS
GUIA
TREPANOS

fig (13)

1.- Facilita la extracción del material de rescate

2.- Reduce la depositación de azolves en el fondo del pozo

3.- Mejora la estabilidad de las paredes de la perforación, eliminando con ello el ademe metálico.

4.- Se puede apreciar con mayor claridad los cambios de la Estratigrafia del Sub-Suelo.

Los lodos deben reunir ciertas características, debido a que su comportamiento resulta sumamente complejo, siendo las más importantes:

1.- Dimensión de las partículas
2.- Cantidad de agua libre
3.- Densidad
4.-Viscocidad
5.- Tixotropía
6.- Carga eléctrica de la suspensión.

(3 a 5: Condiciones que ayudan al sostenimiento de las paredes del Sondeo, y la trabajalidad del lodo.)

MUESTREO

La muestra se obtiene al dejar reposar el agua en suspensión que ha sido arrastrado y transportado a traves de las paredes y barras de perforación, hasta sedimentar el material,en esta forma se van constituyendo las muestras, resultando del tipo no representativo, los cuales sirven de base para darse una idea del tipo de material existente

POSIBLES ERRORES.

El error que pueda cometerse con este tipo de sondeo, es definir los estratos que pueden llegar al orden de un metro.

Es necesario que la persona encargada de efectuar la exploración lleve consigo un registro, en el que aparezca:

1.- Fecha de la perforación.

2.- Elevación con respecto a un banco de nivel

3.- Profundidad de los estratos

4.- Nivel de aguas fréaticas N.A.F.

5.- Clasificación de materiales en el campo

6.- Perdidas de fluido de perforación

7.- Equipo con que se perforo.

E Q U I P O .

1.- Bomba con Manguera.

2.- Malacate Cable

3.- Triple con polea.

4.- Swivel y Maneral

5.- Barras de Perforación

6.- Martinete

7.- Trépano

8.- Ademe

METODO PENETRACION ESTANDARD DINAMICO.

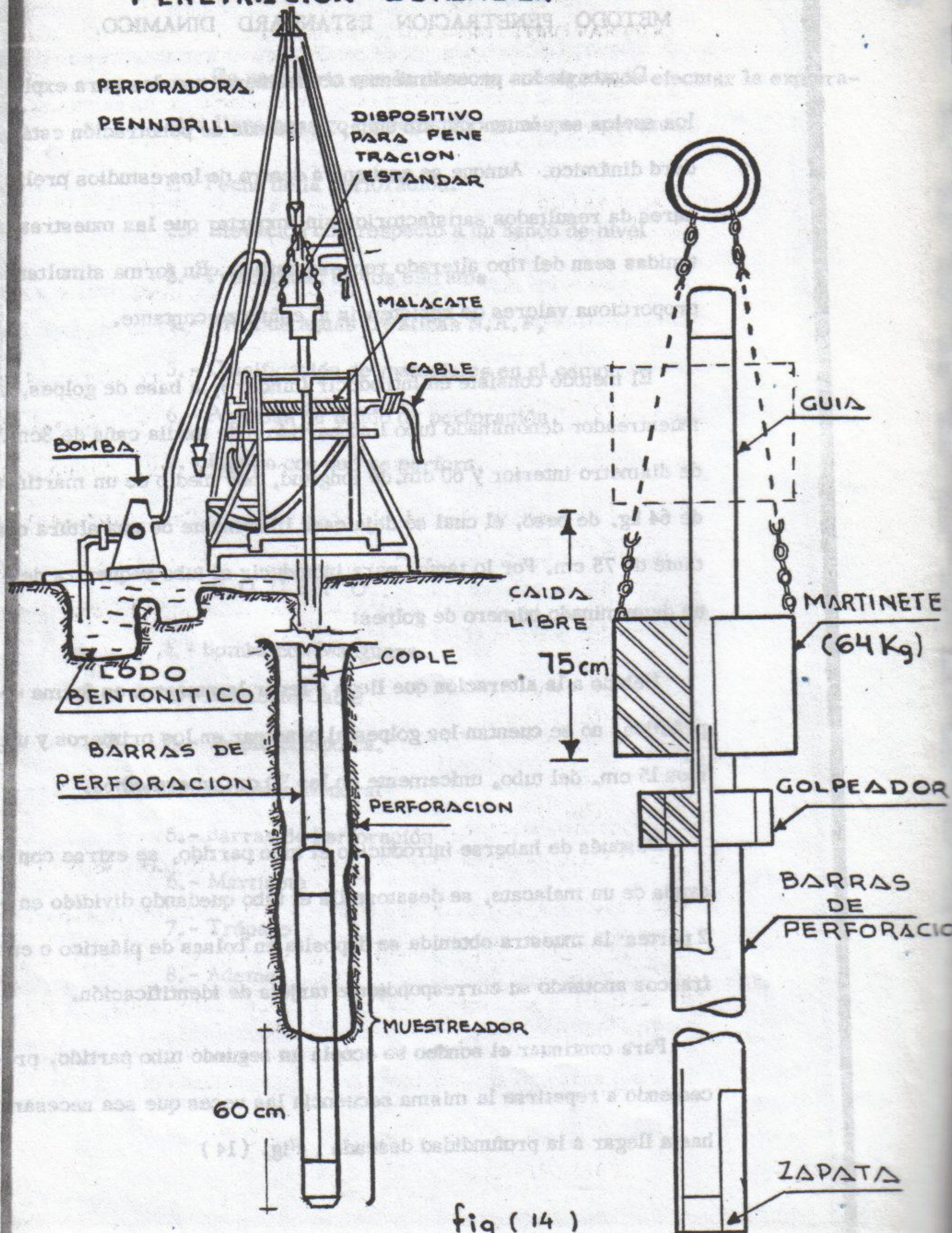
Dentro de los procedimientos comunmente usuales para explorar los suelos se encuentran sin duda, el método de penetración están - dard dinámico. Aunque se encuentra dentro de los estudios prelimi nares da resultados satisfactorios sin importar que las muestras ob tenidas sean del tipo alterado representativo. En forma simultanea proporciona valores de resistencia al esfuerzo cortante.

El método consiste en introducir (hincar), a base de golpes, un muestreador denominado tubo liso partido o de media caña de 3cm. de diametro interior y 60 cm. de longitud, por medio de un martinete de 64 kg. de peso, el cual se deja caer libremente de una altura cons tante de 75 cm. Por lo tanto, para introducir el tubo requerira de -- un determinado número de golpes:

Debido a la alteración que llega a tener la muestra en forma --- práctica, no se cuentan los golpes al penetrar en los primeros y ulti mos 15 cm. del tubo, unicamente en los 30 cm. intermedios.

Después de haberse introducido el tubo partido, se extrae con - ayuda de un malacate, se desatornilla el tubo quedando dividido en - 2 partes: la muestra obtenida se deposita en bolsas de plástico o en frascos anotando su correspondiente tarjeta de identificación.

Para continuar el sondeo se acopla un segundo tubo partido, pro- cediendo a repetirse la misma secuencia las veces que sea necesario hasta llegar a la profundidad deseada . Fig. (14)



PENETRACION ESTANDAR DINAMICO.
PERFORADORA
PENNDRILL
DISPOSITIVO PARA PENETRACION ESTANDAR
MALACATE
CABLE
BOMBA
LODO BENTONITICO
COPLE
CAIDA LIBRE
75 cm
BARRAS DE PERFORACION
PERFORACION
MUESTREADOR
60 cm
GUIA
MARTINETE (64 Kg)
GOLPEADOR
BARRAS DE PERFORACIO
ZAPATA

fig (14)

CARACTERISTICAS DEL TUBO PARTIDO

El tubo partido es un muestreador, que como su nombre lo indica está constituido de dos partes. Es un tubo de acero cortado longitudinalmente, unido en sus extremos por una cabeza en uno, (se emplea para unir el muestreador a las barras de perforación) y en el otro, por medio de una zapata de borde cortante que facilita el hincado.

La cabeza contiene un dispositivo obturador, el cual tiene como misión evitar que la muestra se deslice cuando se recupera el muestreador. Al estar realizando el muestreo, la muestra comprime el aire encerrado en el tubo, esto hace que la presión del mismo levante el obturador (Pelota de hule la cual permite la salida del aire comprimido). Cuando ha terminado el muestreo, el vacio provocado por él nulifica el movimiento de la muestra y en forma simultanea impide que, sobre la muestra actue la presión del agua o del lodo de perforación, que en un momento dado perjudicaría a la muestra.

Uno de los artificios que se llevan a cabo cuando el material es suelto, consiste en colocar una trampa de hojas de la misma con una bolsa de polietileno enrasada en la parte inferior del tubo o una trampa que funcione como válvula Check.

El número de golpes requerido para penetrar cada tramo de tubería indica el grado de compacidad, el cual se ha correlacionado con el ángulo de fricción interna, cuando los suelos son friccionantes (arenas) y en suelos cohesivos (arcillas o limos plásticos) con la consistencia proporciona valores de carga última a la compresión simple.

Ver tablas 5, 6, 7) y Figs. (15) (16)

TABLA 5

PARA CLASIFICAR LA COMPACIDAD EN ARENAS
Y CONSISTENCIA EN ARCILLAS

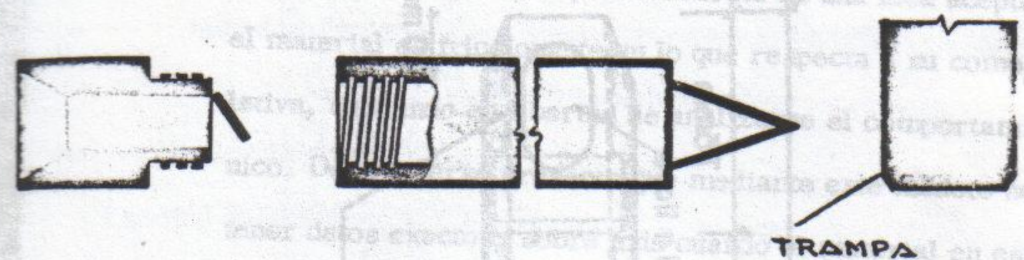
ARENAS Y LIMOS NO PLASTICOS		ARCILLAS Y LIMOS PLASTICOS		
RESISTENCIA A LA PENETRACION (N")	COMPACIDAD	RESISTENCIA A LA PENETRACION	CONSISTENCIA	Kg/cm qu
0 - 4	MUY SUELTA	MENOR DE2	MUY BLANDA	MENOR DE 0.[illegible]
5- 10	SUELTA	2 - 4	BLANDA	0.25-0.5
10-30	MEDIA	4 - 8	MEDIA	0.5 -1.0
30-50	COMPACTA	8 - 15	FIRME	1.0-2.0
MAYOR DE 50	MUY COMPACTA	15 - 30	MUY FIRME	2.0 - 4.0
		MAYOR DE 30	DURA	MAYOR DE 4

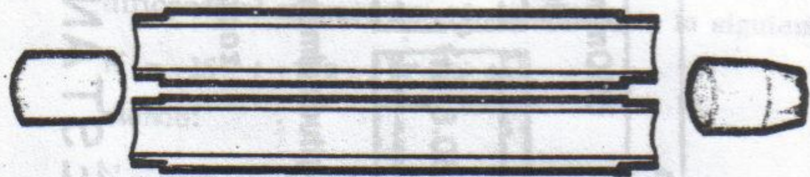
TABLA 6
PARA ARENAS LIMPIAS

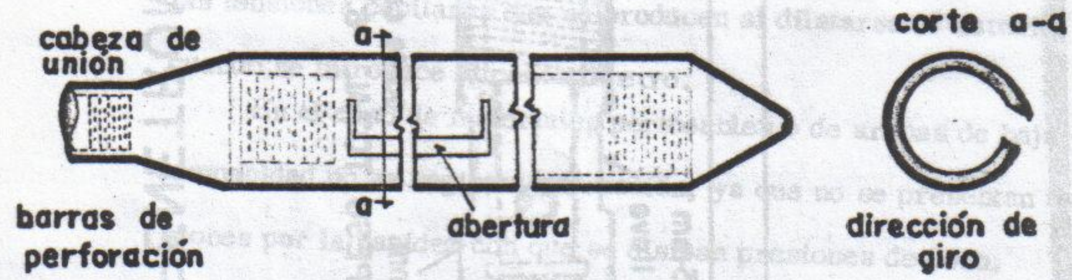
RESISTENCIA A LA PENETRACION (N")	COMPACIDAD	ANGULO DE FRICCION Ø
0 - 30	SUELTA	28.5 a 34°
30 - 50	DENSA	35° a 46°

TABLA 7
PARA ARENA CON LIMO O ARCILLA

RESISTENCIA A LA PENETRACION	COMPACIDAD	ANGULO DE FRICCION Ø
0 - 5	MUY SUELTA	28°
5 - 10	SUELTA	28° - 30°
10 - 30	MEDIANA	30 - 34°
30 - 50	DENSA	34 - 37°
50	MUY DENSA	37°

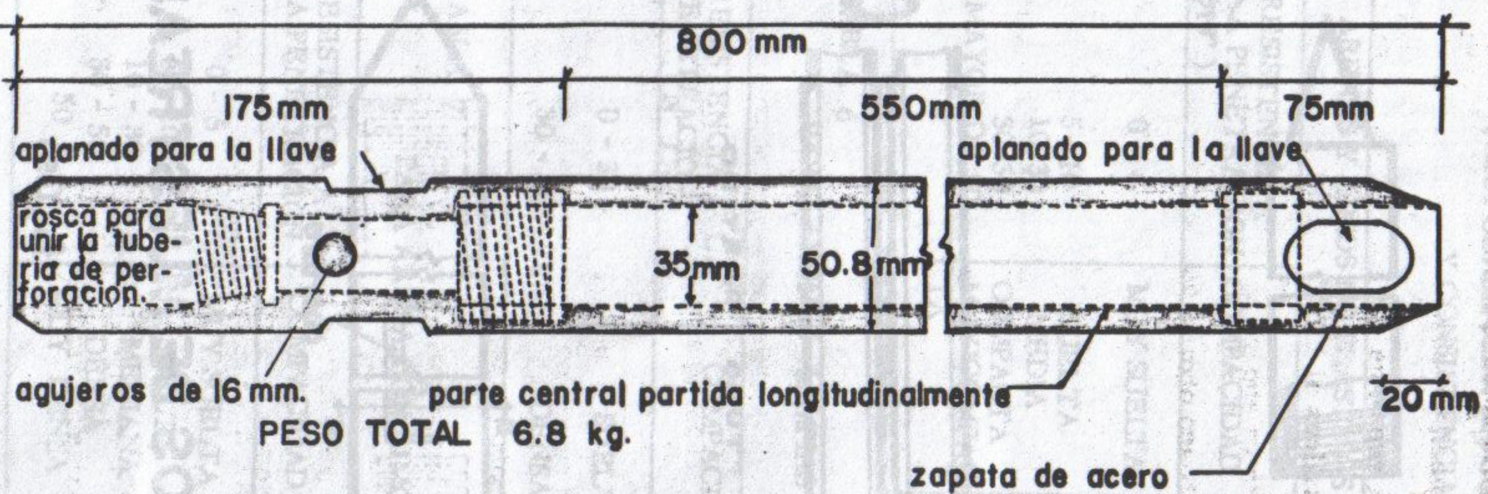






TIPOS DE MUESTREADORES

fig (15)



800 mm
175mm
550mm
75mm
aplanado para la llave
aplanado para la llave
rosca para unir la tuberia de perforacion.
35mm
50.8mm
agujeros de 16 mm.
parte central partida longitudinalmente
20mm
PESO TOTAL 6.8 kg.
zapata de acero
PENETROMETRO ESTANDAR

fig. (16)

N = Número de golpes.

qu = Resistencia a la compresión simple.

Nominalmente este procedimiento da una idea aceptable cuando el material es friccionante en lo que respecta a su compacidad relativa, quedando en libertad de analizarse el comportamiento mecánico. Debe tenerse presente que mediante este médoto no se pueden tener datos exactos, sobre todo cuando el material en estudio esta constituido por arenas muy finas o de baja permeabilidad y más -- aún cuando se encuentran abajo del nivel freático. Teniendo una -- compacidad mayor a 15 golpes debe efectuarse una corrección, modificando el número de golpes aplicando la siguiente formula:

$$N = 15 + 1/2 \; (N' - 15)$$

siendo:

N = Número de golpes corregido.

N' = Número de golpes de la prueba.

Como puede observarse el valor obtenido resulta mayor al. -- inicial. Este incremento de golpes se hatomado en cuenta debido a las tensiones capilares que se producen al dilatarse el material -- cuando se introduce el penetrómetro.

En el caso de materiales permeables o de arenas de baja -- compacidad no se registra corrección, ya que no se presentan tensiones por la rapidez con que se disipan presiones de poro.

En forma completa, los valores registrados en la prueba de - penetración estandar dinámica deben verificarse y corregirse con los obtenidos en pruebas sobre muestras inalteradas.

Cuando los suelos son cohesivos existe cierta discrepancia: en - forma práctica se usan los mismos valores a juicio del ingeniero, -- debiendose tomar en cuenta los siguientes factores:

1.- Contenido de finos

2.- Tamaño predominante del material

3.- Presencia de gravas (Elevan elNo. de golpes)

4.- Condiciones de saturación

Cuando los estratos se encuentran muy compactos es preferible suspender el ensaye al llegar a 50 golpes, sin importar que no se haya penetrado los 30 cm. especificados registrando la resistencia a - la penetración como 50/d, siendo "d" la profundidad hincada en los - 50 golpes.

Por otra parte si los estratos contienen gravas, boleos, cantos rodados etc., el ensaye de penetración resulta erroneo, ya que la resistencia del subsuelo se incrementa. Por lo tanto cuando se presenten estos tipos de materiales, es recomendable emplear la pulseta, - el trépano, o utilizar equipo rotario.

EQUIPO NECESARIO.

1.- Tripie con polea

2.- Muestreador estandar (tubo de media caña o penetrómetro estandar)

Antes de iniciar el ensayo, el muestreador debe encontrarse perfectamente limpio, engrasando su parte interior y la zapata de corte.

3.- Martillo o martinete.- Elemento formado por un martinete de, 63.5 Kg. (140 lb) de peso y tubo guia que permite al martillo una -- caida libre de 76.2 Cm. (30").

4.- Barras de perforación. -De preferencia de 1 29/32" de diáme - tro.

5.- Cabeza de golpeo. -Dispositivo formado por un tubo cople o cabe za especial, para recibir y detener el martinete.

6.- Ademe

7.- Malacate.

8.- Varios. -Llaves stillson, cable, junta giratoria, llave de cadena recipientes para muestras, parafina, brea, registro etc.

POSIBLES ERRORES

1.-Se debe procurar limpiar el sondeo cada vez que sea extraido al muestreador.

2.- El peso del martinete y la altura de caida del mismo deben de -- checar con lo especificado en el ensayo.

3.- La longitud de penetración debe ser realmente de 30Cm.

Es necesario indicar la profundidad a la que se encuentra el -- nivel de aguas freáticas. Generalmente, en el caso de las arenas, - el N.A. F. se determinara en un tiempo minimo de 30 minutos des pués de haber finalizado el sondeo· en limos, después de 24 horas y en el caso de las arcillas resulta complejo definir el tiempo por las características que reune el material, adoptandose en forma - práctica 24 horas tambień.

IPN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS NUM

ESIA INGENIERIA EXPERIMENTAL

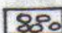
PRUEBA DE PENETRACION ESTANDAR

LUGAR ------------------- FECHA -----------

SONDEO ------------------- PROFUNDIDAD -----------

CLASIFICACION	ESTRATIGRAFIA	PROFUNDIDAD	O LIMITE LIQUIDO. + LIMITE PLASTICO □ CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD 20 40 60 80 100	NUMERO DE GOLPES PARA PENETRAR 30 cm 10 20 30 40 50

SIMBOLOS CONVENCIONALES

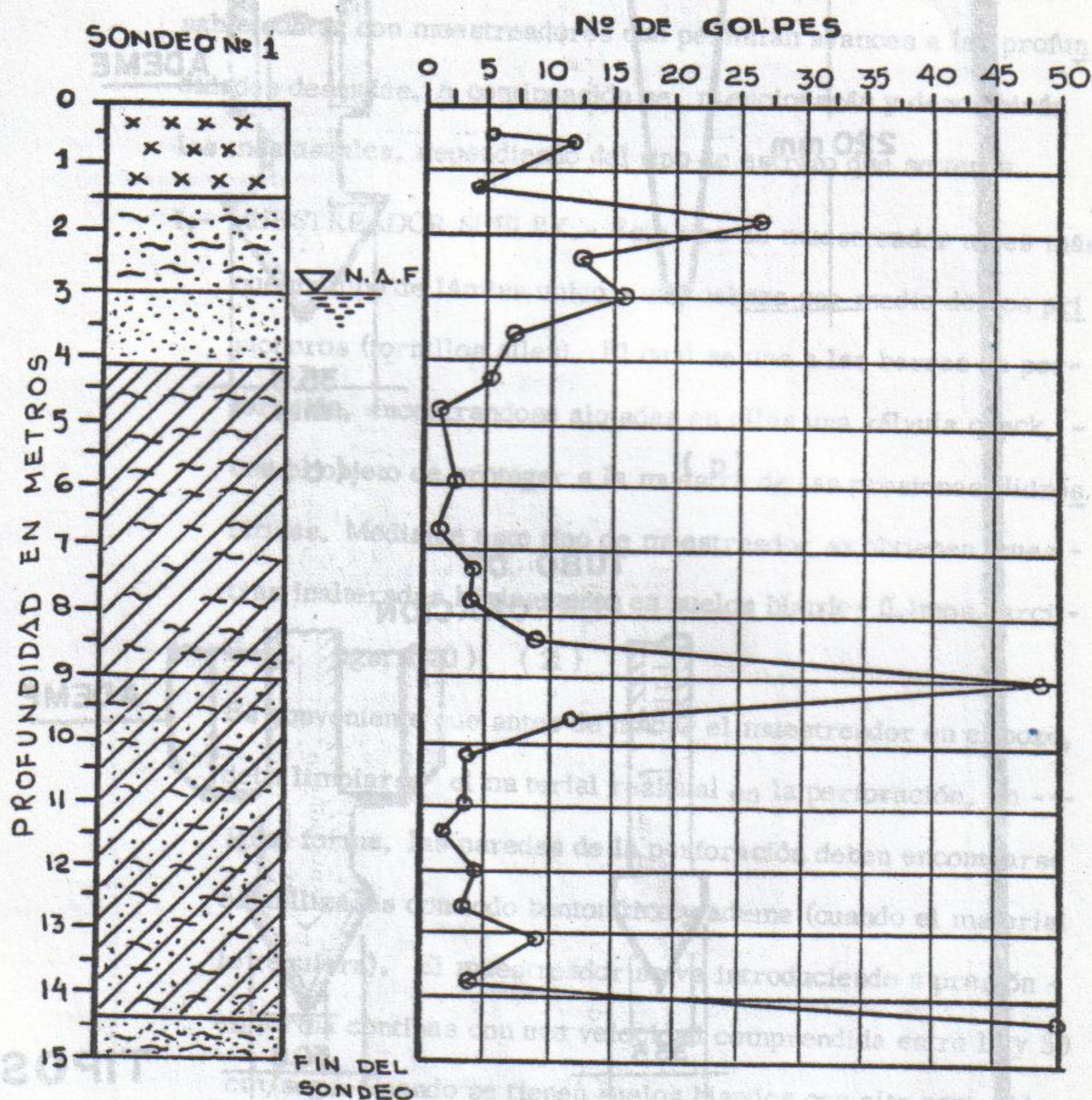
 ARCILLA  LIMO  BOLEO

 ARENA  GRAVA  RELLENO

BRIGADA Nº ----- GRUPO -----

RESULTADOS Y PRESENTACION

LOS VALORES OBTENIDOS DE UN SONDEO DE PENETRACION ESTANDAR DINAMICA SE REPRESENTAN EN FORMA GRAFICA COMO SE INDICA.



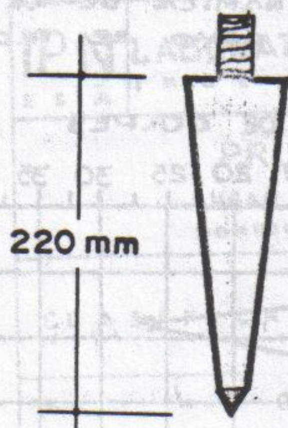
SONDEO DE PENETRACION ESTANDARD DINAMICO

PESO DEL MARTILLO 63.5 Kg

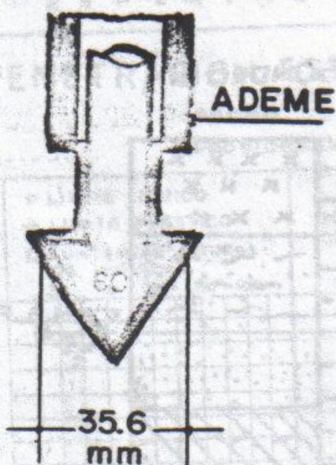
ALTURA LIBRE DE CAIDA 75 Cm.

LONGITUD DE PENETRACION = 30 Cm.

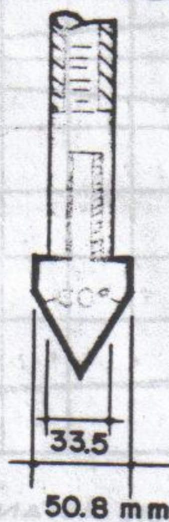
Fig (18)



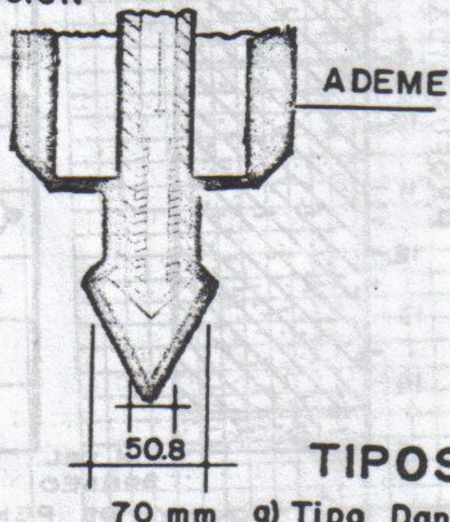
(a)



(b)



(c)



(d)

TIPOS

a) Tipo Danes
b) Tipo Holande's
c) Tipo para ensaye dinamica.
d) Tipo de inyeccion.

PENETROMETROS CONICOS

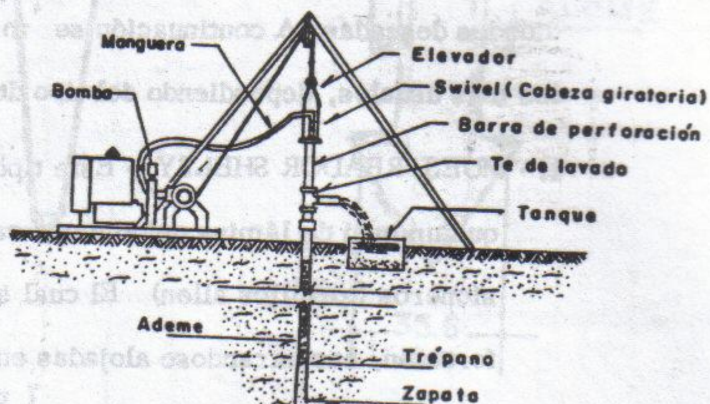
Fig (19)

METODOS DE MUESTREO.

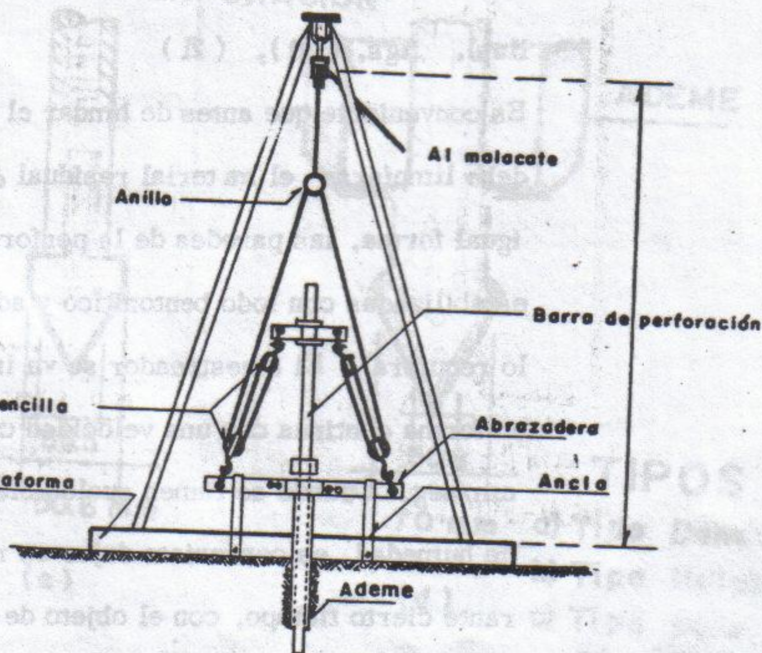
Para determinar las propiedades mecánicas de los suelos, es necesario obtener muestras inalteradas debido a que conservan su estructura y propiedades físicas naturales Y para ello es indispensable contar con muestreadores que permitan avances a las profundidades deseadas. A continuación se mencionarán y describirán los más usuales, dependiendo del tipo de estrato que se tenga.

1.- MUESTREADOR SHELBY.- Este tipo de muestreador no es más que un tubo de lámina unido a una cabeza por medio de dos prisioneros (tornillos allen) El cual se une a las barras de perforación, encontrandose alojadas en ellas una válvula check, - con el objeto de proteger a la muestra de las presiones Hidrostáticas. Mediante este tipo de muestreador se obtienen muestras inalteradas básicamente en suelos blandos (Limos, arcillas). figs. (20), (21)

Es conveniente que antes de hincar el muestreador en el pozo, debe limpiarse el material residual en la perforación, en --- igual forma, las paredes de la perforación deben encontrarse estabilizadas con lodo bentonítico y ademe (cuando el material lo requiera). El muestreador se va introduciendo a presión - en forma continua con una velocidad comprendida entre 15 y 30 cm/seg. Cuando se tienen suelos blandos con alto contenido de humedad, es conveniete dejar en reposo el muestreador durante cierto tiempo, con el objeto de ayudar a que se incre -- mente la adherencia.



SONDEOS EN HUMEDO



SONDEOS MEDIANTE HINCADO A PRESION DE TUBOS DE PARED DELGADA

fig. 20

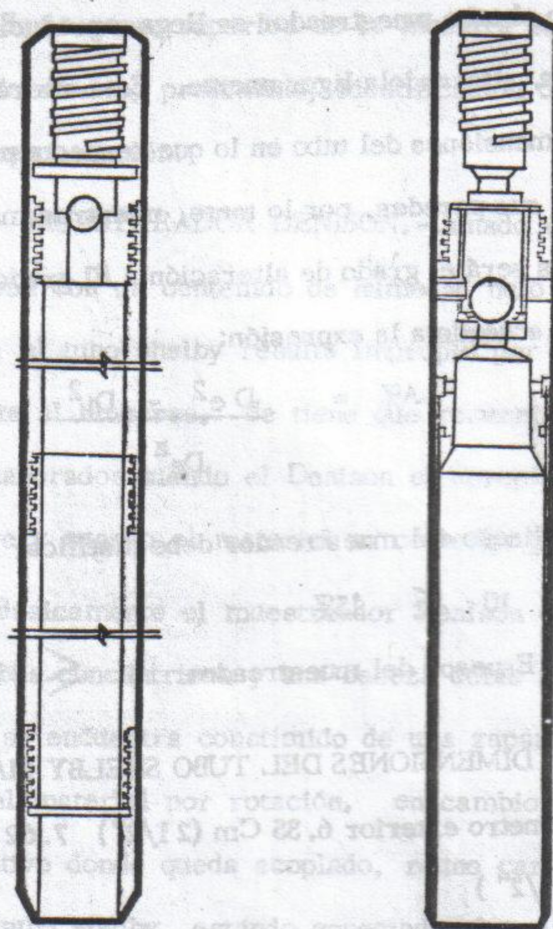

MUESTRA DE TUBO
CON LINEA SPLIT
MUESTRA TUBO SHELBY
THIN-WALLED

fig.(21)

entre el material y tubo. Una vez que se ha logrado esto se hacen girar las barras de perforación antes de sacar el tubo del sondeo logrando así cortar el extremo inferior de la muestra. Al estar introduciendo el tubo muestreador se llega a producir un remoldeo en la muestra, alterandola ligeramente. Esta alteración esta en función de las dimensiones del tubo en lo que respecta primordialmente al espesor de sus paredes, por lo tanto, mientras mas delgadas sean estas, menos será el grado de alteración. El grado de alteración se determina de acuerdo a la expresión:

$$A\% = \frac{De^2 - Di^2}{De^2}$$

De = Diámetro exterior

Di = Diámetro interior

El diseño del muestreador debe justificar la siguiente relación:

1.- 10 $\leqslant$ 15%

2.- Espesor del muestreador 3 $\leqslant$ 4% del diámetro del tubo

DIMENSIONES DEL TUBO SHELBY MAS EMPLEADOS.

Diámetro exterior 6.35 Cm (2 1/2") 7.62 Cm. (3") 8.89 Cm. -- (3 1/2")

Diámetro interior 6.03 Cm. (2 3/8") 7.30 Cm. (27.8") 8.57 --- (3 3/8")

El inconveniente del tubo shelby es que sólo puede utilizarse una sola vez, debido a que para sacar la muestra con un minimo de alteración es necesario cortar el tubo en tramos.

Después de que ha sido extraido el muestreador, se procede a -

desacoplar el tubo o camisa que contine la muestra, clasificando el material en los extremos. Se sella instantaneamente con para fina y brea.

En la parte superios de la muestra se anota la fecha, nú - mero de sondeo, profundiad, identificación de material, porcenta je de recuperación.

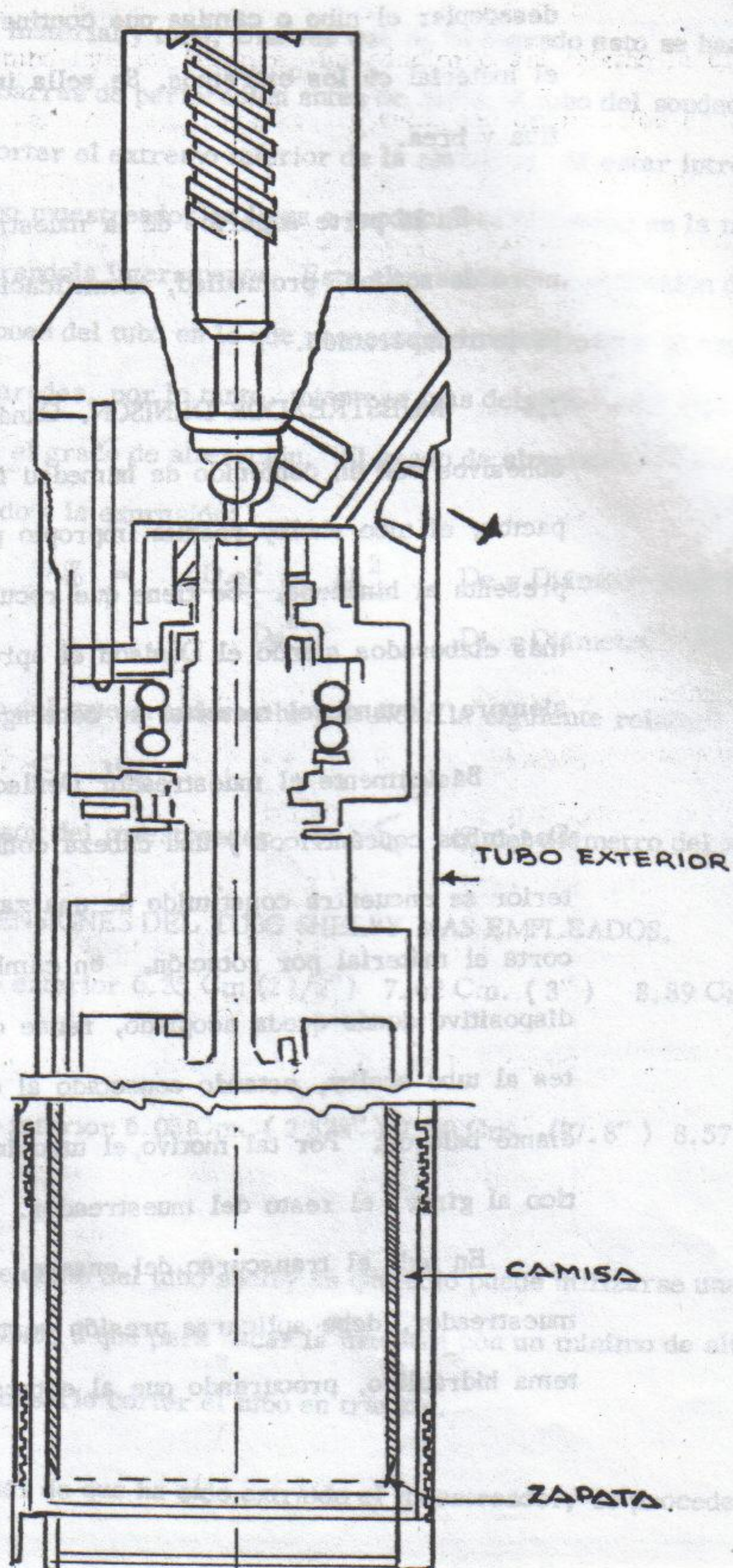
2.- MUESTREADOR DENISON.-Cunado se encuentran suelos cohesivos con un contenido de humedad nulo o realtivamente com pactos, el tubo shelby resulta impropio por la dificultad que re- presenta al hincarse. Se tiene que recurrir a muestreadores -- más elaborados siendo el Denison el apropiado en estos casos, - siempre y cuando el material no contenga grava.

Básicamente el muestreador Denison consta de tres partes Dos tubos concéntricos y una cabeza doble giratoria. El tubo ex terior se encuentra constituido de una zapata dentada, la cual -- corta el material por rotación. en cambio, el tubo inferior y el dispositivo donde queda acoplado, reune características semejan- tes al tubo shelby, estando conectado al cuerpo de la cabeza me diante baleros. Por tal motivo, el tubo interior permanece está tico al girar el resto del muestreador.

En todo el transcurso del ensaye, al estarse hincado el muestreador, debe aplicarse presión vertical utilizando el sis - tema hidráulico, procurando que al estarse efectuando la rota -

fig. 22

BARRIL DOBLE TIPO SWIVEL



ción el tubo interior no gire, introduciendo asi mismo la circulación del lodo de perforación. La velocidad de rotación para el tubo exterior debe estar comprendida entre 50 y 200 r.pm; des - pués que ha sido llenado el muestrador y extraido, se procede a cortar el tubo inferior en forma similar como el tubo shelby fig (22)

3.- MUESTREADOR T.A.M.S. (Tippes-Ammet-Mc Carthy-Stratton). Este tipo de muestreador es empleado cuando se tie - ne suelos de alta resistencia, en los que el muestreador Denison presenta dificultades al introducirlo aunque su forma de operar - es semejante, se encuentra formado por dos tubos concéntricos - el inferior de ellos lleva una zapata lisa, la cual se encuentra - montada en baleros y el exterior mantiene una espiral que se -- encarga de extraer el material que ha sido cortado por un gavi - lan que se encuentra instalado en el extremo.

El muestreador se une mediante una cabeza a las barras - de perforación, las cuales, a su vez, se acoplan a la máquina -- rotaria, cuya velocidad se encuentra comprendida entre 50 y 100 r.p.m. dependiendo de la facilidad o dificultad que presente el -- suelo Fig. (23)

MUESTREADOR T.A.M.S

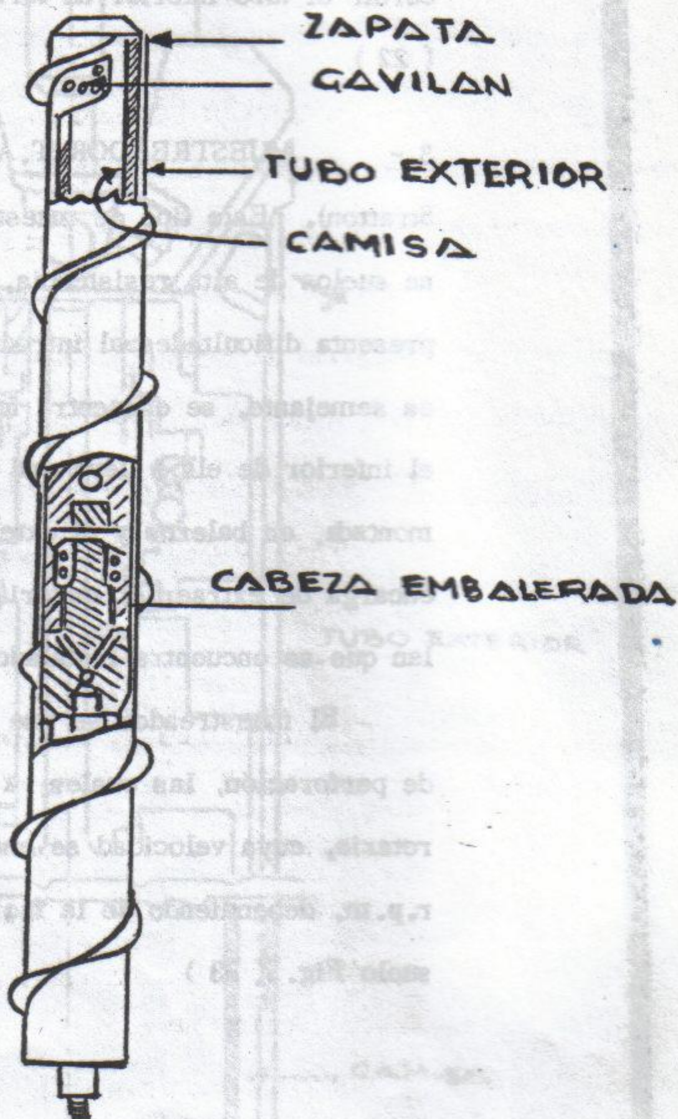


fig 23

METODO DE ROTACION CON TRICONICA.

Mediante este método se puede recavar una información rápida. Cuando el material por atacar presenta dificultad a la ruptura (Grava, boleos, estrato rocoso), el tipo de muestra obtenido es alterada, sirviendo únicamente para clasificar el material, - definir el espesor del estrato y realizar las pruebas indice convenientes.

La operación del equipo es mecánica, con movimientos de -- rotación en forma simultanea y aplicando presión vertical a la -- broca constituida de diamante. Fig. (24)

La broca puede ser bicónica o tricónica. La primera esta --- constituida de dos ruedas dentadas empleandose en estratos suaves, la segunda tiene una aplicación más general, ya que se utiliza en suelos de resistencia considerable.

La velocidad de rotación, al igual que la presión aplicada a la broca, esta en función del tipo de material por atacar.

MUESTREO MIXTO.

Dependiendo de las características que presenten cada uno de los estratos al estar realizando el sondeo, dará la pauta a seguir para hacer una serie de combinaciones de acuerdo con los diversos procedimientos de exploración asentados en estas notas, con el objeto de recavar el mayor número de datos conforme al problema que se presente.

Cuando los estudios de exploración requieren de profundidades considerables, ya sea por las condiciones a que va estar sujeta -- una estructura, a la importancia de la misma o a la --------

dificultad que presenten los estratos al estar realizando los sondeos, estando en función el tiempo, es necesario, en estos casos emplear maquinaria de avance hidráulico, llegando a tener las siguientes ventajas:

1.-. En suelos duros facilita su avance.

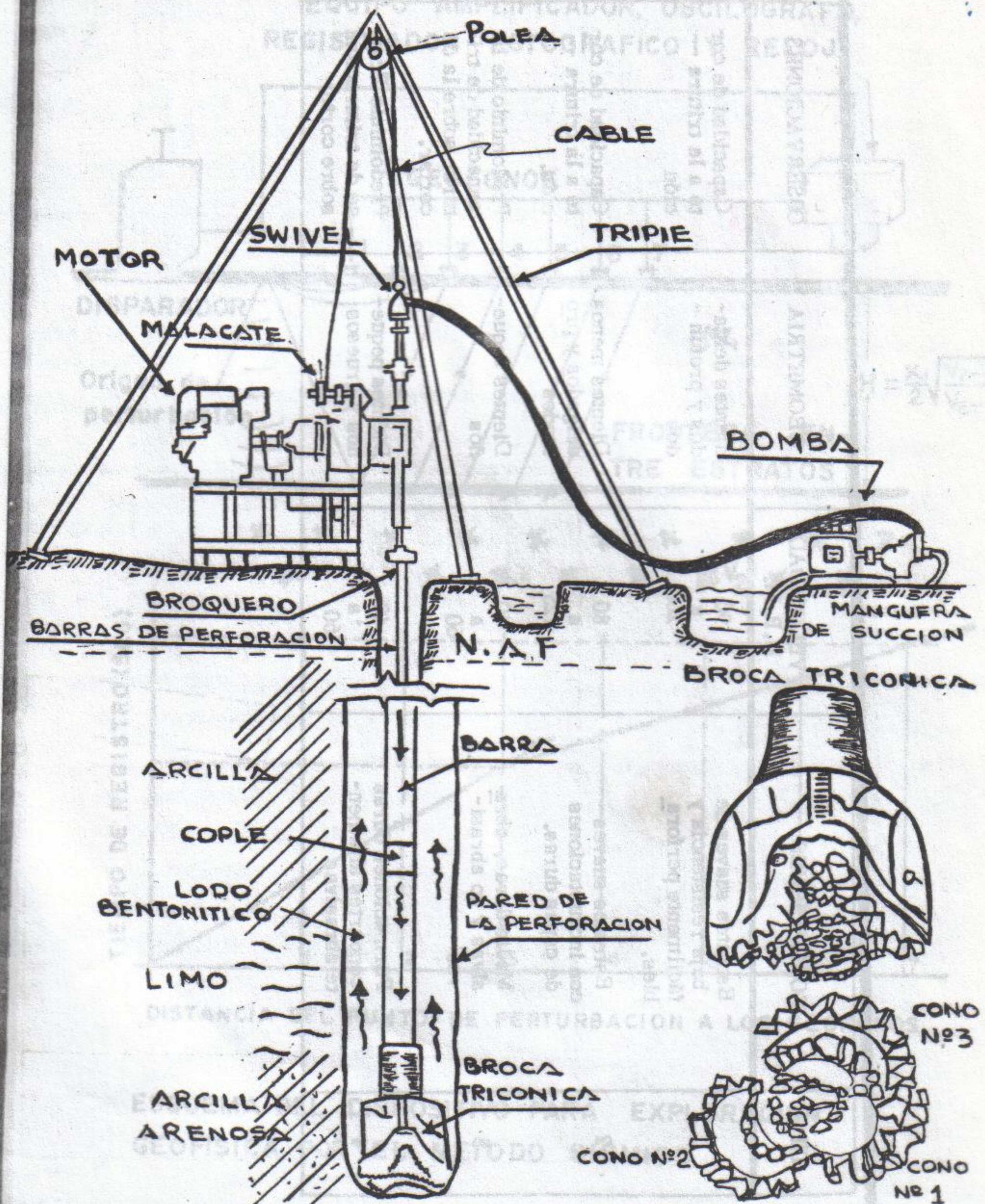
2.-. Se pueden efectuar, sondeos a profundidades hasta de 500 Mts.

3.- Las muestas que se obtienen son de tipo inalterado.

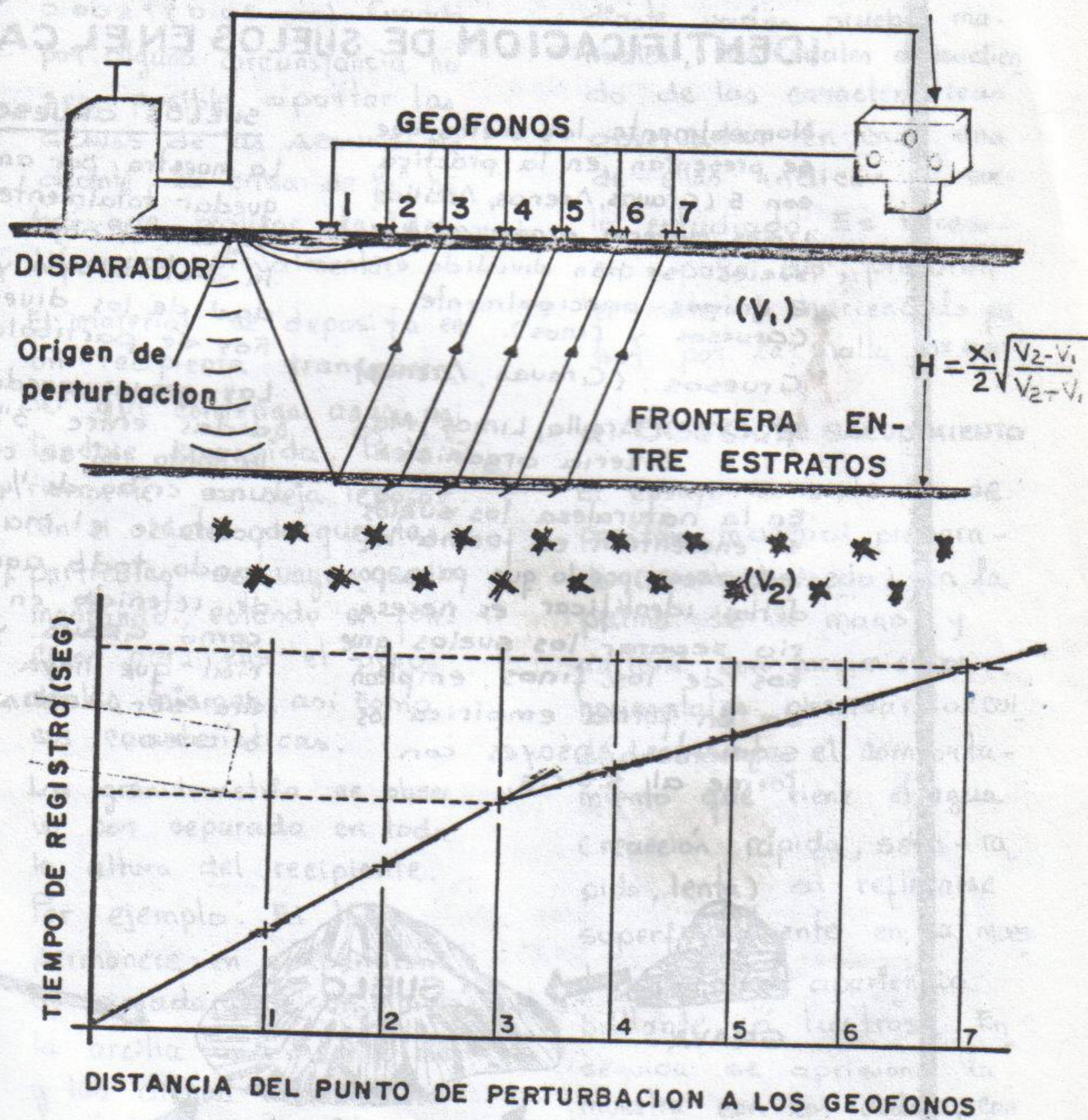
4.- Los tramos de tuberia se unen por medio de coples roscados.

Teniendo el inconveniente que el equipo empleado así como el de la maquinaria utilizada son costosos.

PERFORACION CON TRICONICA Y LODO BENTONITICO



TIPO	FORMACIONES	VELOCIDAD R.P.M.	GEOMETRIA	OBSERVACIONES
1	Estratos suaves de baja resistencia y fácilmente perforables.	90 a 200	dientes delgados y profundos	Capacidad de corte a la trituración
2	Estratos suaves con incrustaciones de capas duras.	80 a 125	Dientes menos delgados y profundos	Capacidad de corte a la trituración.
3	Medio duras, abrasivas y no abrasivas	40 a 60	Dientes Pequeños	Predominio de la capacidad de triturar sobre la de cortar.
4	Formaciones duras conpartes altamente abrasivas	40 a 60	Dientes pequeños y gruesos	Predominio Franco de trituración; sobre corte.



ESQUEMA DEL DISPOSITIVO PARA EXPLORACION GEOFISICA POR EL METODO SISMICO

ENSAYE 1

IDENTIFICACION DE SUELOS EN EL CAMPO

Nominalmente los suelos que se presentan en la práctica son 5 (Gravas, Arenas, Arcillas, Limos, materia orgánica). Los suelos se han dividido en 2 grupos principalmente. (Gruesos y finos).

Gruesos : (Gravas, Arenas)

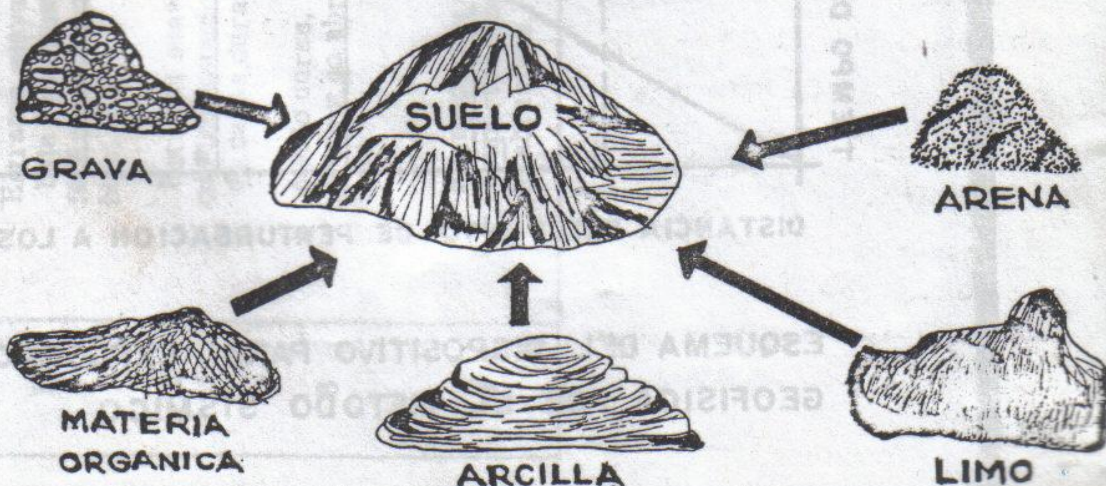
Finos : (Arcilla, Limos, Materia orgánica).

En la naturaleza los suelos se encuentran en forma heterogenea, por lo que para poderlos identificar es necesario separar, los suelos gruesos de los finos, empleando en forma empírica los siguientes ensayes conforme al S.U.C.S.

SUELOS GRUESOS

La muestra por analizar debe quedar totalmente disgregada, con el objeto de apreciar la distribución y uniformidad de los diversos tamaños de partículas.

Las gravas quedan comprendidas entre 3" y 1/4". por lo tanto si se cuenta con una criba de 1/4" debe depositarse el material aceptando todo aquel que quede retenido en esta malla como GRAVA. y el material que haya pasado podra ser ARENA, ARCILLA o LIMO.



Las ARENAS són partículas minerales cuyos tamaños varian de 1/4" (6.35 mm) a 0.002" (0.05 mm). Cuando por alguna circunstancia no sea posible apartar las GRAVAS de las ARENAS mediante la criba de 1/4" habrá que realizar la identificación visualmente.

El material se deposita en un recipiente transparente que contenga agua, agitandose enseguida. Posteriormente se deja reposar, con el objeto de que las partículas se vayan sedimentando, estando en función para ello el peso de las mismas, asi como sus características.

La granulometria se observa por separado en toda la altura del recipiente. Por ejemplo: El limo permanece en suspensión aproximadamente un minuto; la arcilla una hora o más y las arenas instantaneamente se sedimentan.

SUELOS FINOS

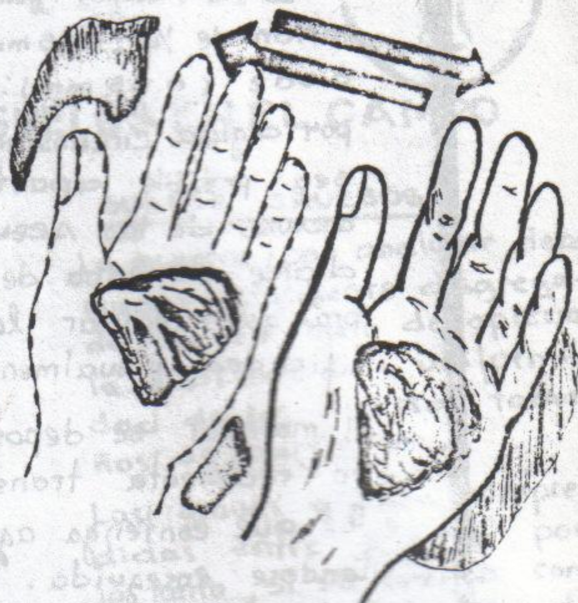
La identificación de suelos finos se lleva a cabo mediante varias pruebas manuales, las cuales dependiendo de las características observadas en cada una de ellas indican el suelo estudiado. Es necesario para ello, preparar el material haciendolo pasar por la malla Nº 40

a) ENSAYO DE SACUDIMIENTO

El ensayo consiste en depositar material preparado (suelo húmedo) en la palma de la mano y agitarse con movimientos horizontales, observando cuidadosamente el comportamiento que tiene el agua (reacción rápida, semi-rapida, lenta) al reflejarse superficialmente en la muestra con una apariencia brillante ó lustrosa. Enseguida se aprisiona la muestra con los dedos, con el objeto de que el agua

fluya, abriendose instantaneamente, dandose cuenta que el lustre desaparece. La facilidad o dificultad que presente el agua al fluir servirá para identificar el suelo por ejemplo:

Las reacciones rápidas se presentan cuando el material se encuentra constituido con polvo de roca o arena muy fina una reacción en menor escala a la anterior correspondería a un limo ó limo-arcilloso (reacción media). Cuando se tienen reacciones lentas, el material analizado resulta ser arcilloso. Encambio cuando por completo no hay reacción indica una arcilla de alta plasticidad o materia orgánica



SACUDIMIENTO DE LA MUESTRA HUMEDA

b) ENSAYE DE PLASTICIDAD O TENACIDAD CERCA DEL LIMITE PLASTICO.

El material que fué utilizado en el ensaye anterior se amasa procurandole dar una consistencia de masilla

aceitosa, formando inicialmente una esfera de aproximadamente 3 cm. de diámetro, la cual se va rodando con la mano, sobre una superficie despulida de cristal hasta que adopte la forma de un cilindro con diámetro de 1/8" (3.275 mm), estando en estas condiciones en el momento que la muestra presente agrietamientos transversales en toda su longitud, nos indicara que ha llegado a su limite plástico. Dependiendo de la facilidad o dificultad para lograr lo anteriormente expuesto, se podrá estar en libertad de identificar a los suelos por ejemplo:

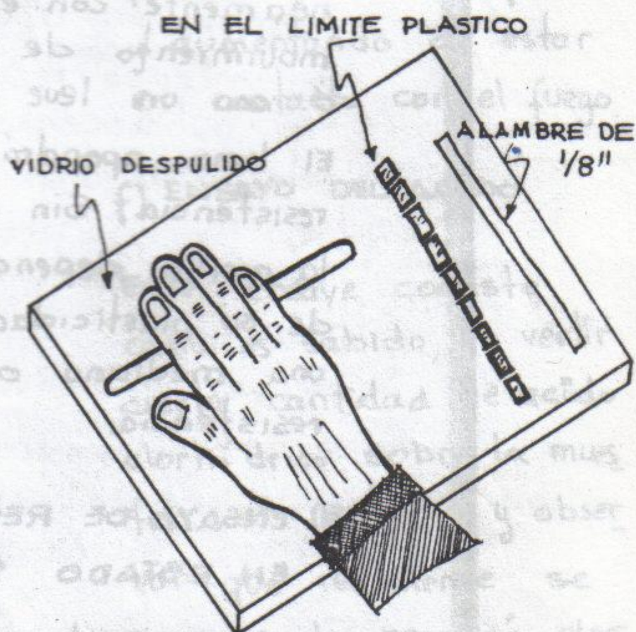
En el caso de las arenas ni siquiera es posible dar la forma mencionada. (CILINDRO).

EN LOS LIMOS CON UNO O DOS ENSAYES EL CILINDRO PRESENTA AGRIETAMIENTOS

Sin embargo. las arcillas dependiendo de su plasticidad requieren de varios ensayes.



EN EL LIMITE PLASTICO



ENSAYO DE PLASTICIDAD DE LA MUESTRA

c) ADHERENCIA A LA PIEL

Al estar preparando el material, deje cierta contidad, untado en la palma de la mano hasta que se seque completamente y con la otra mano trate de quitarlo, observando y sintiendo a la vez, la dificultad que presenta para desprenderlo, por ejemplo:

La arena caerá instantaneamente con el solo movimiento de la mano ó con un leve contacto.

El limo opondrá cierta resistencia, Sin embargo la arcilla dependiendo de su plasticidad opondrá una mediana o alta resistencia.



ENSAYO DE ADHERENCIA A LA PIEL

d) ENSAYO DE RESISTENCIA EN ESTADO SECO

De la muestra en estudio deje secar una porción de material a la temperatura ambiente ó si se desea acelerar el secado introduzcala en un horno a temperatura constante de 105°C durante un tiempo de 24 hr. Enseguida sujete la muestra con los dedos indice y pulgar aprisionandola hasta

provocar la ruptura.

Teniendo presente que si no presenta dificultad el materPal puede ser arena, certificando de acuerdo al tacto que presenta el material. Una resistencia baja, indica la presencia de un material limoso y cuando la muestra opone mayor resistencia a la falla podrá ser una arcilla inorgánica de plasticidad media o alta, de acuerdo a la oposicion que presente.



DESMENUZAMIENTO DE LA MUESTRA SECA ENTRE LOS DEDOS.

A.I.M.C

e) ENSAYO DEL OLOR

El olor en los suelos es característico unicamente si se tiene la presencia de materia orgánica, la cual se manifiesta por el olor penetrante de putrefacción cuando el material se encuentra en estado humedo, disminuyendo cuando se deposita a la intemperie y aumentando al estar en contacto con el fuego.

f) ENSAYO DEL ACIDO

Este ensaye consiste como es sabido, en vertir cierta cantidad de acido clorhídrico sobre la muestra en estudio y observar que realmente se provoque la reacción efer

vescente en el suelo detectando así la presencia de carbonato de calcio.

9) ENSAYO DE PENETRACION

Realmente este ensaye justifica una idea somera sobre los suelos blandos midiendo directamente su resistencia al esfuerzo cortante, empleando un aparato denominado PENETROMETRO DE BOLSILLO al estar realizando las exploraciones preliminares, clasificandolo, de esta manera en función de su resistencia.

Su funcionamiento resulta sumamente sencillo ya que consiste en introducir un piston o émbolo de 1/4" de pulgada (la cual se encuentra marcada sobre el mismo) en el suelo, simultaneamente se procede a leer en la escala que trae el aparato en el mango con indicador que permanece estático al dejar de aplicar la presión.

La escala del penetrometro da la leetura directa en kg/cm² de compresión no confinada. Teniendo en conocimiento que lecturas registradas hasta 1.5 kg/cm² corresponden a limos o arcillas de cohesión media y leeturas que llegan a 4 kg/cm² pertenecen a arcillas con alto grado de cohesión.



PENETROMETRO DE BOLSILLO

Los suelos que presentan características anormales són:

1.- TURVA.

2.- ARCILLAS EXPANSIVAS

3.- ARCILLAS DISPERSIVAS

Estos suelos resultan indeseables, debido a que causan serios problemas al emplearse como materiales de sustentación o construcción.

TURBA

La turba se puede identificar facilmente conforme a las siguientes características.

1.- DILACTANCIA.- Puede observarse que en este tipo de prueba el agua fluye aun cuando el material va perdiendo humedad.

2.- TENACIDAD.- Se comprueba practicamente que su tenacidad es nula, debido a que ni siquiera se puede formar el rolito especificado.

3.- COLOR.- En presencia de agua es de color negro brilloso y en estado seco da una apariencia de ceniza

4- OLOR.- Presenta un olor desagradable.

5.- RESISTENCIA.- La resistencia que tiene el material es baja, en condiciones naturales puede ser de 0.1 kg/cm^2, con un angulo de fricción interna de 10°.

SUELOS EXPANSIVOS

Las arcillas expansivas se pueden identificar fácilmente en el campo, mediante un procedimiento muy simple, el cual consiste en depositar cierta cantidad de material en un recipiente transparente con agua. Se puede observar que el suelo expansivo conforme su constitución FISICO-QUIMICA incrementa su volumen instantaneamente en cambio las arcillas comunes presentan unicamente disgregación de partículas



ARCILLA EXPANSIVA



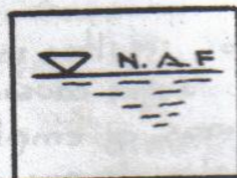
ARCILLA COMUN

Las arcillas expansivas son materiales indeseables, debido a que en algunas estructuras causan problemas sobre todo, en las que transmiten cargas relativamente bajas por ejemplo:
Casas habitación, canales etc.

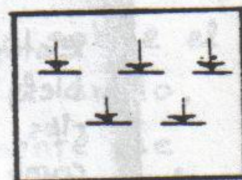
SIGNOS CONVENCIONALES



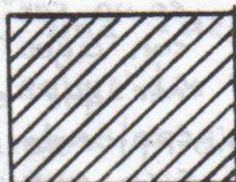
RELLENO



NIVEL FREATICO



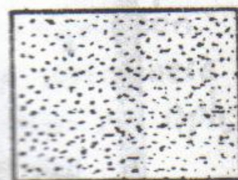
MATERIA ORGANICA



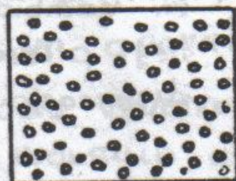
ARCILLA



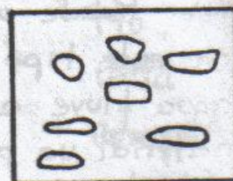
LIMO



ARENA



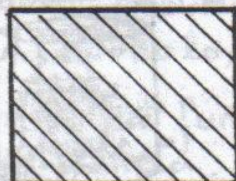
GRAVA



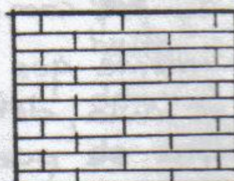
BOLEO



BOLEO CON ARENA



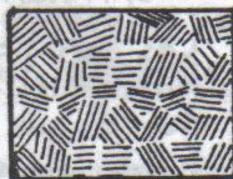
TOBA RIOLITICA



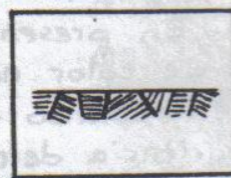
CALIZA



LODOS



ROCA NO CLASIFICADA



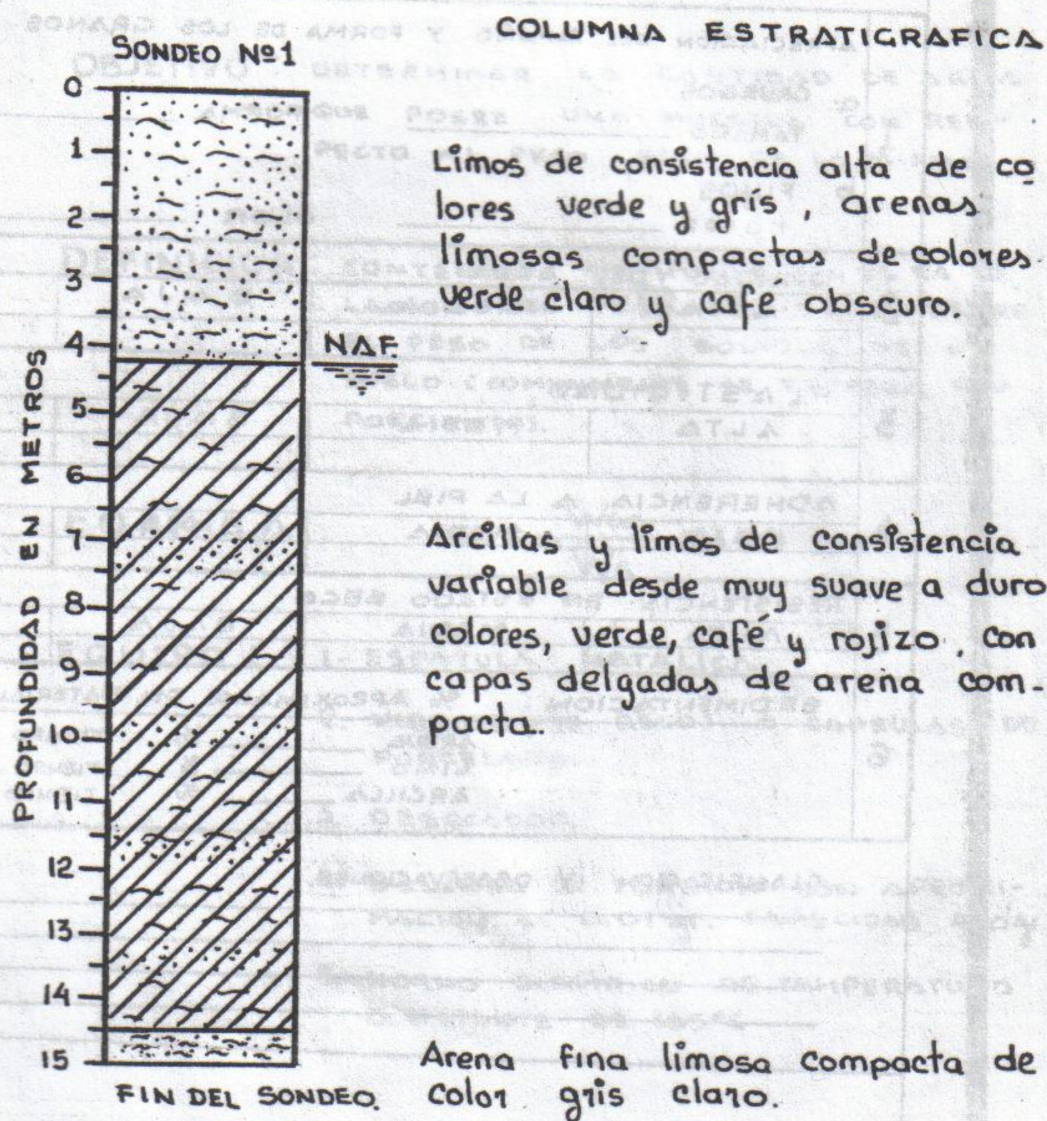
SUPERFICIE DE ROCA



CAVIDAD

RESULTADOS Y PRESENTACION

Los datos obtenidos al identificar los suelos deben representarse en forma simbólica cada uno de ellos formando así el perfil estratigráfico



IPN ESIA	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS INGENIERIA EXPERIMENTAL	NUM 1

Obra ________ Localización ________ Sondeo Nº ____

Muestra ________ Profundidad ________

IDENTIFICACION DE SUELOS EN EL CAMPO

1	APRECIACION DEL TAMAÑO Y FORMA DE LOS GRANOS a GRUESOS TAMAÑO ________ FORMA ________ b FINOS COLOR ________ OLOR ________			
2	MOVILIDAD DEL AGUA			
	ALTA	MEDIA	BAJA	NULA
3	PLASTICIDAD			
	ALTA	MEDIA	BAJA	NULA
4	ADHERENCIA A LA PIEL			
	ALTA	MEDIA	BAJA	NULA
5	RESISTENCIA EN ESTADO SECO			
	ALTA	MEDIA	BAJA	NULA
6	SEDIMENTACION % APROXIMADOS DEL MATERIAL OBSERVADO ARENA ____ % TIEMPO ____ LIMO ____ % TIEMPO ____ ARCILLA ____ % TIEMPO ____			

CLASIFICACION Y OBSERVACIONES.

____

____

____

Alumno ________ Bol ____ Fecha ____

ENSAYE (2)

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD

OBJETIVO: DETERMINAR LA CANTIDAD DE AGUA QUE POSEE UNA MUESTRA CON RESPECTO AL PESO SECO DE LA MISMA.

DEFINICION: CONTENIDO DE HUMEDAD ES LA RELACION DEL PESO DEL AGUA ENTRE EL PESO DE LOS SOLIDOS DE UN SUELO (COMUNMENTE SE EXPRESA EN PORCIENTO).

FORMULA:

$$\omega = \frac{W\omega}{W_s} \times 100$$

EQUIPO:

1.- ESPATULA METALICA

2.- VIDRIOS DE RELOJ O CAPSULAS DE PORCELANA.

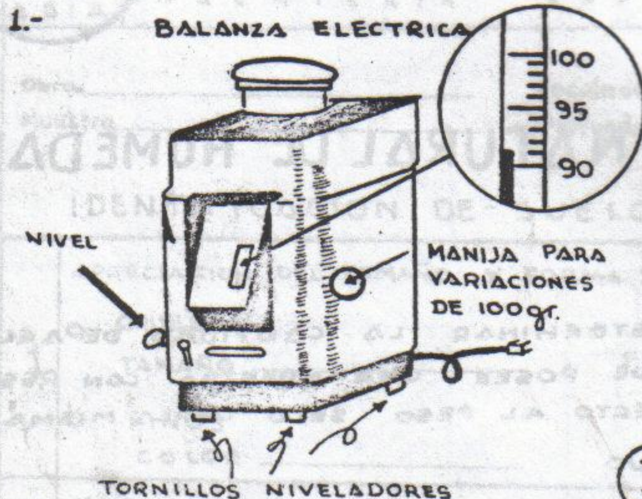
3.- DESECADOR.

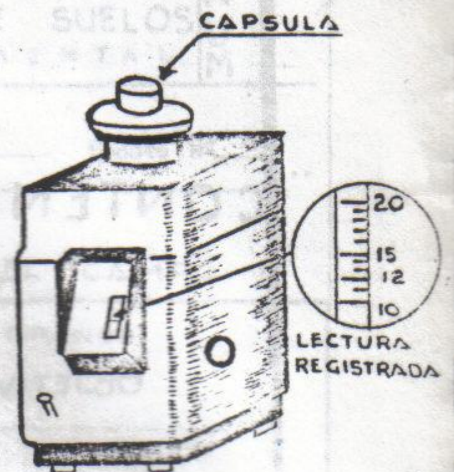
4.- BALANZA DE TORSION CON APROXIMACION AL 0.01 gr. CAPACIDAD 400gr.

5.- HORNO ELECTRICO DE TEMPERATURA CONSTANTE DE 105°C

PROCEDIMIENTO

1.-





(1) NIVELACION DE LA BALANZA DE TORSION.

(3) TARENSE O PESENSE LAS CAPSULAS , VIDRIOS DE RELOJ

1

POZO Nº	CAPSULA Nº	CAPSULA PESO Wt(gr)
	2	12
	3	10.4
	4	13.2
	5	20
	3X	18
	5X	
	3P	



(4) ANOTESE LOS DATOS EN LA COLUMNA 1 DEL REGISTRO INDICADO.

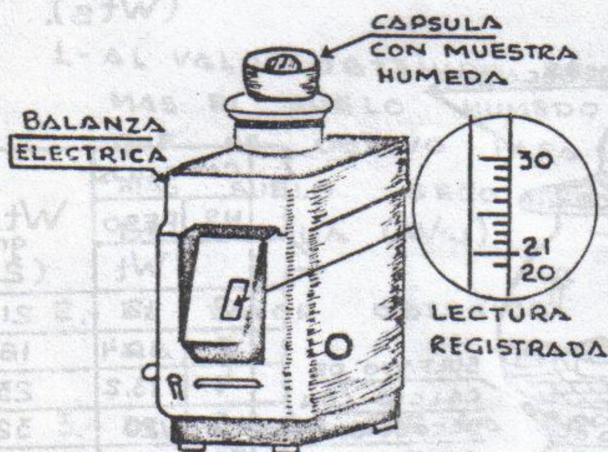
(2) NUMERENSE TODAS LAS TARAS O CAPSULAS QUE SE VAYAN A EMPLEAR.



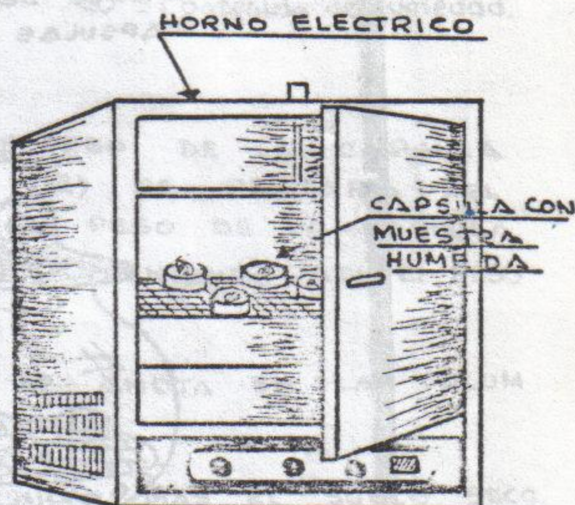
(5) CON UNA ESPATULA SE EXTRAE UNA PORCION DE UNA MUESTRA REPRESENTATIVA (INALTERADA). LA CUAL SE DEPOSITA EN CADA CAPSULA.

...eso	Wtm (2)	Wt...
	21 gr.	
	16.2	
	23.1	
	32.0	

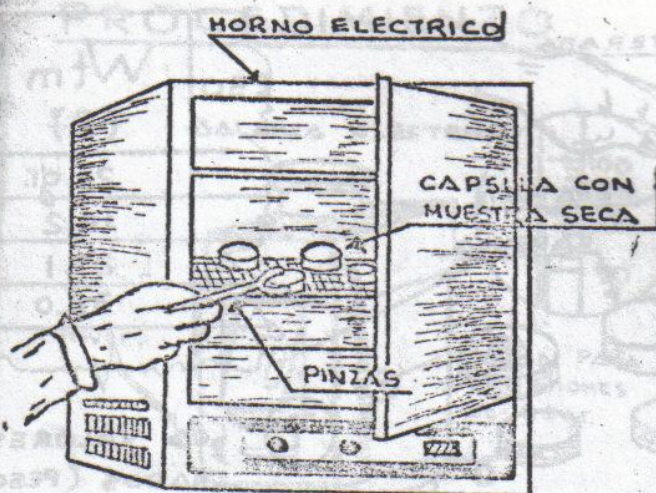
(7) LOS VALORES REGISTRADOS (PESO DE LA CAPSULA, CON EL SUELO) SE ANOTAN EN LA COLUMNA Nº 2 (Wtm) EN EL REGISTRO INDICADO.



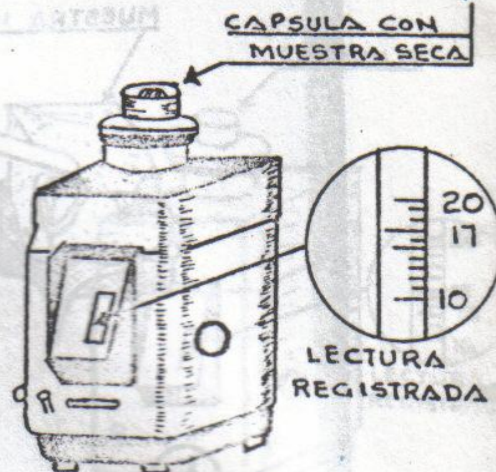
(6) SE PESA NUEVAMENTE LA CAPSULA CONTENIENDO AL SUELO HUMEDO.



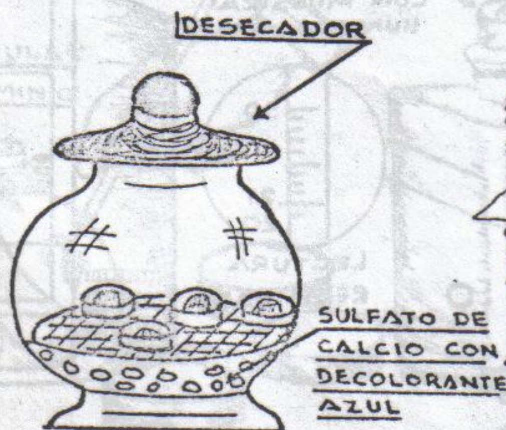
(8) LA CAPSULA CON LA MUESTRA, SE INTRODUCE EN EL HORNO DURANTE UN TIEMPO DE 18 A 24h. CON UNA TEMPERATURA CONSTANTE DE 105° – 110°C.



(9) DESPUES DEL TIEMPO INDICADO, CON UNAS PINZAS SE EXTRAEN LAS CAPSULAS DEL HORNO.



(11) CUANDO HA TRANSCURRIDO UN TIEMPO APROXIMADO DE 0.5 hr, SE PESA LA CAPSULA MAS EL SUELO SECO (Wts).



(10) SE INTRODUCEN LAS CAPSULAS CON LA MUESTRA EN EL DESECADOR, PARA PERMITIR QUE SE ENFRIEN LAS MUESTRAS.

CAPSULA		Wtm gr. (2)	Wts gr. (3)
Nº	PESO Wt		
2	12	21.0	17
3	10.4	16.2	15
4	13.2	23.1	18.1
5	20	32.0	25.0
3X	18		
5X			

(12) SE ANOTA EL VALOR OBTENIDO EN LA COLUMNA 3 DEL REGISTRO INDICADO.

CALCULOS

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD

POZO Nº PROF. (m)	CAPSULA Nº	CAPSULA PESO Wt	Wtm gr (2)	Wts (gr) (3)	(2)-(3) Wω (4)	(3)-(1) Ws (5)	CONTENIDO DE HUMEDAD $\omega = \frac{(4)}{(5)}$ %
0.60	2	12 gr.	21.0	17.0	4.0	5.0	80 %
1.20	3	10.4	16.2	15.0	1.2	4.6	26 %
2.40	4	13.2	23.1	18.1	5.0	4.9	102 %
	5	20.0	32.0	25.0	7.0	5.0	140 %
	3X	18.0					
	5X						

Wt= Peso de la tara o cápsula
Wtm=Peso de la tara con muestra en su estado natural
Wts= Peso de la tara con muestra en su estado seco.
Wω = Peso del agua
Ws = Peso de la muestra en su estado seco
ω = Contenido de humedad.

1.- AL VALOR OBTENIDO DEL PESO DE LA CAPSULA MAS EL SUELO HUMEDO (2) SE RESTARA DEL QUE SE OBTUVO PARA EL PESO DE LA CAPSULA MAS SUELO SECO (3). OBTENIENDO ASI EL PESO DEL AGUA (Wω)

2.- EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN LA COLUMNA (4)

3.- DEL VALOR DE LA CAPSULA MAS EL SUELO SECO, SE RESTA EL PESO DE LA CAPSULA, OBTENIENDO EL PESO DE LOS SOLIDOS (Ws)

4.- EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN LA COLUMNA (5).

5.- POR DEFINICION EL CONTENIDO DE HUMEDAD ES LA RELACION QUE EXISTE ENTRE EL PESO DEL AGUA AL DE LOS SOLIDOS, EXPRESADO EN PORCIENTO.

$$\omega = \frac{W\omega}{Ws} \times 100$$

DISCUSION DEL PROCEDIMIENTO

DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO, EL CONTENIDO DE HUMEDAD ES DE LAS MAS SIMPLES EN OBTENER, LA QUE SE EMPLEA MAS. PERO EN SU DETERMINACION SE TIENEN ALGUNAS DUDAS ENTRE LAS QUE SE HAN DE APUNTAR.

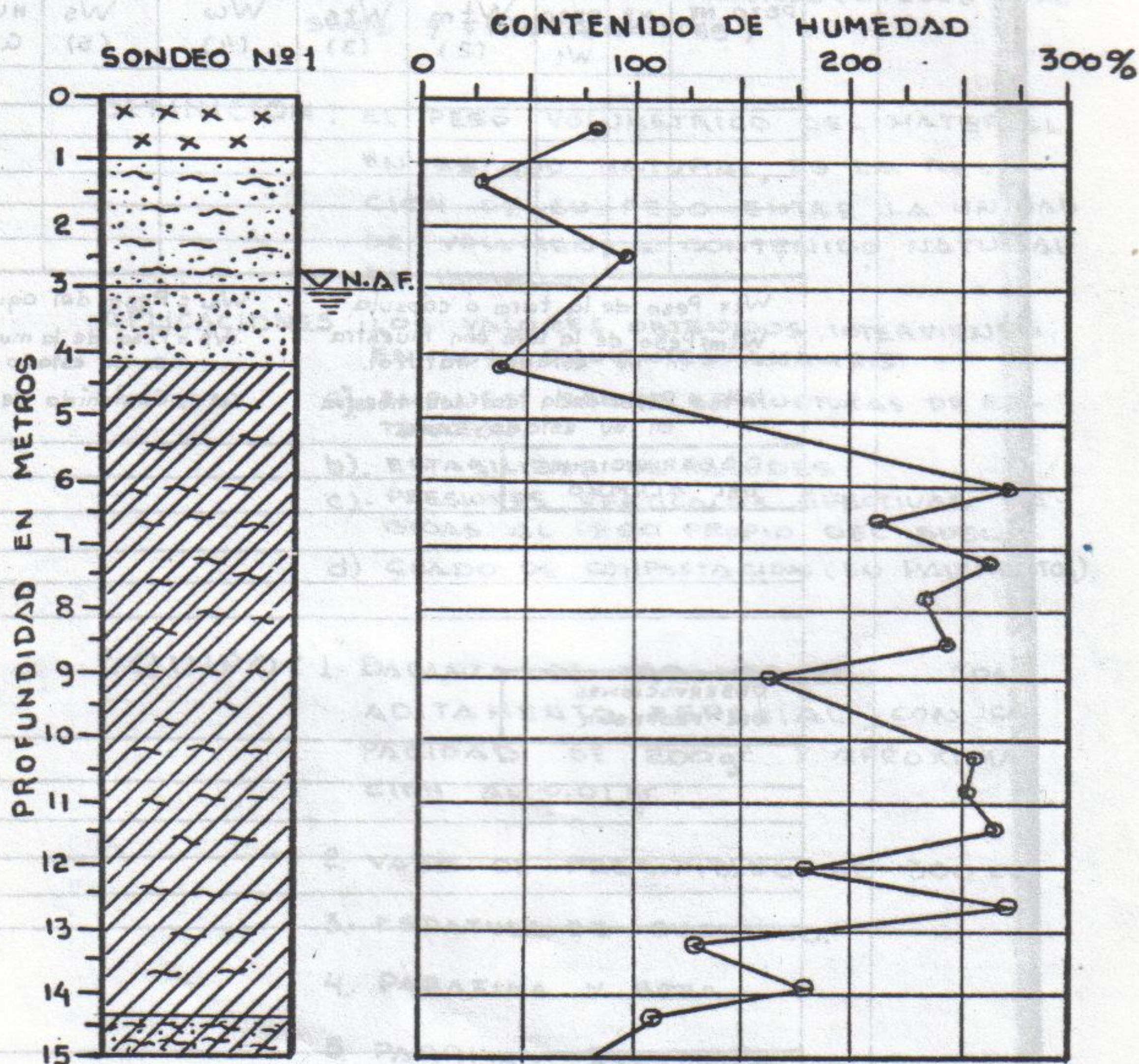
a). LA VARIACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL TOTAL DE LA MUESTRA.

b) EL TIEMPO DE SECADO. MIENTRAS PARA UNA ARENA ES POSIBLE OBTENER UN SECADO COMPLETO EN UNA HORA O MENOS, EN ARCILLAS ES DIFICIL DECIR CUANDO SE HA LLEGADO EN VERDAD A UN SECADO TOTAL.

c).- EN LOS HORNOS SE HA NOTADO, QUE LA TEMPERATURA EN VARIOS PUNTOS DENTRO DE EL ES VARIABLE, LLEGANDOSE A TENER VARIACIONES DE DECENAS DE GRADOS DE UN PUNTO A OTRO.

RESULTADOS Y PRESENTACION

LOS VALORES OBTENIDOS SE REPRESENTAN EN FORMA GRAFICA COMO SE INDICA.



IPN ESIA | LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INGENIERIA EXPERIMENTAL | NUM

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD

POZO Nº	CAPSULA Nº	CAPSULA PESO Wt	Wtm (2)	Wts (3)	(2)-(3) Wω (4)	(3)-(1) Ws (5)	CONTENIDO DE HUMEDAD $\omega = \frac{(4)}{(5)}$ %

Wt= Peso de la tara ó cápsula
Wtm= Peso de la tara con muestra en su estado natural.
Wts= Peso de la tara con muestra en su estado seco.
Wω = Peso del agua.
Ws = Peso de la muestra en su estado seco.
ω = Contenido de humedad.

OBSERVACIONES DEL ALUMNO

OBSERVACIONES DEL PROFESOR

FECHA ____________ ALUMNO ____________
PROFESOR ____________ BOLETA ____________ GRUPO ____________

ENSAYE 3

PESO VOLUMETRICO NATURAL

OBJETIVO: OBTENER EL PESO VOLUMETRICO DEL MATERIAL EN ESTADO NATURAL (SUELOS COHESIVOS Y FRICCIONANTES)

DEFINICION: EL PESO VOLUMETRICO DEL MATERIAL EN ESTADO NATURAL, ES LA RELACION DE SU PESO ENTRE LA UNIDAD DE VOLUMEN, A CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD.

APLICACIONES: LOS VALORES OBTENIDOS INTERVIENEN EN LOS SIGUIENTES ANALISIS:

a).- EMPUJES SOBRE ESTRUCTURAS DE RETENCION.
b).- ESTABILIDAD DE TALUDES
c).- PRESIONES VERTICALES EFECTIVAS DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL SUELO
d) GRADO DE COMPACTACION (EN PAVIMENTOS).

EQUIPO:

1.- BALANZA DE TRES BRAZOS CON ADITAMENTO ESPECIAL, CON CAPACIDAD DE 200gr. Y APROXIMACION AL 0.01 gr.

2.- VASO DE PRECIPITADO DE 300 CC.

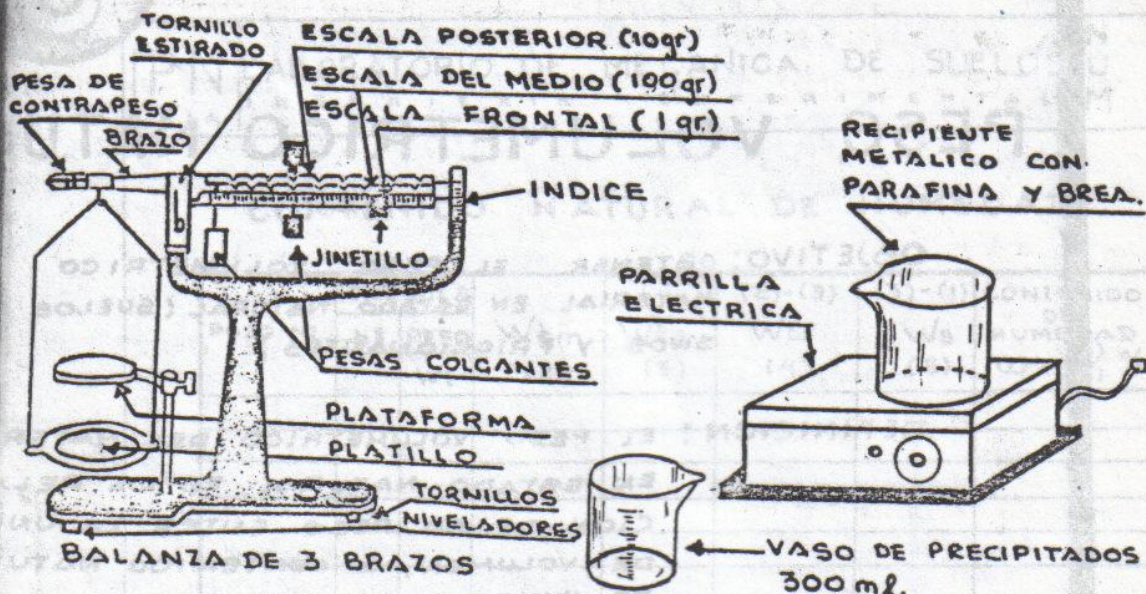
3.- ESPATULA DE CUCHILLO.

4.- PARAFINA Y BREA.

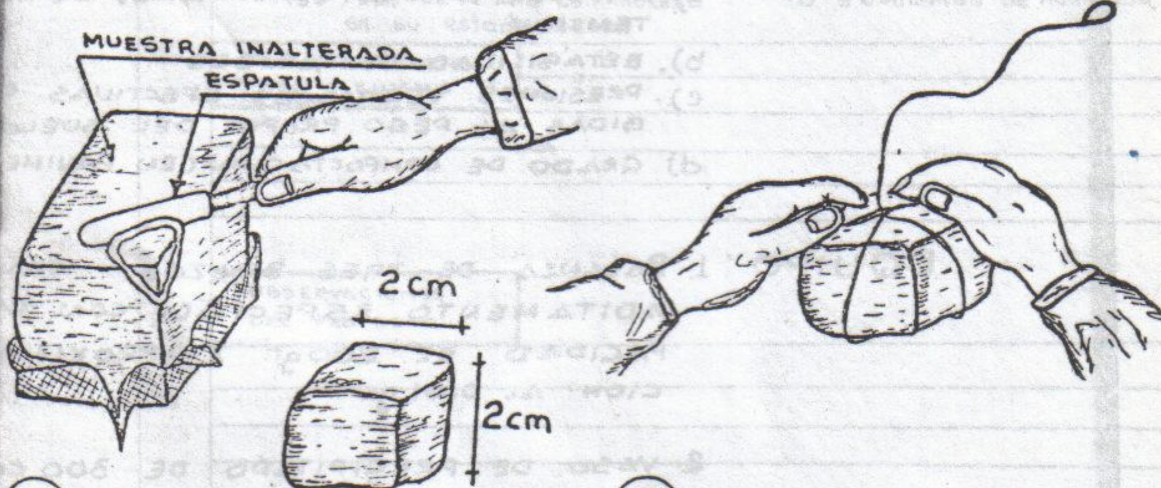
5. PARRILLA ELECTRICA.

6.- HILO

PROCEDIMIENTO

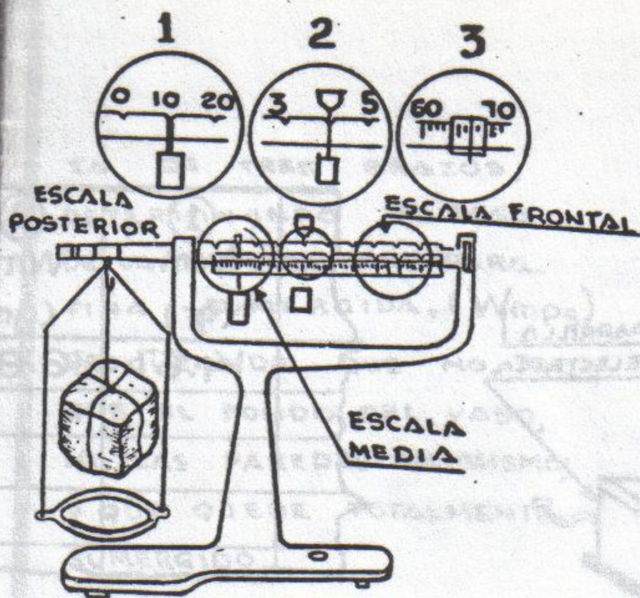


(1) NIVELACION DE LA BALANZA DE TRES BRAZOS Y REVISION DE LA PARRILLA ELECTRICA



(2) CON UNA ESPATULA, SE EXTRAE UNA PORCION DE UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE SUELO POR ANALIZAR, LABRANDO UN CUBO O FIGURA IRREGULAR, DE 2cm. DE LADO APROXIMADAMENTE.

(3) LA MUESTRA SE AMARRA CON UN HILO.



4 SE PESA EN LA BALANZA DE 3 BRAZOS LA MUESTRA, MOVIENDO INICIALMENTE LA PESA COLGANTE HACIA LA DERECHA EN LA ESCALA MEDIA, HASTA COLOCARLA EN LA MARCA QUE CORRESPONDA AL PESO DEPOSITADO Y EL FIEL OSCILE LIBREMENTE. LAS DIVISIONES EN ESTA ESCALA VARIAN EN 10 gr. SI EL FIEL QUEDA SUSPENDIDO EN LA PARTE SUPERIOR HABRA QUE MOVER LA ESCALA POSTERIOR CUYAS VARIACIONES, ESTAN REPRESENTADAS EN 1gr,

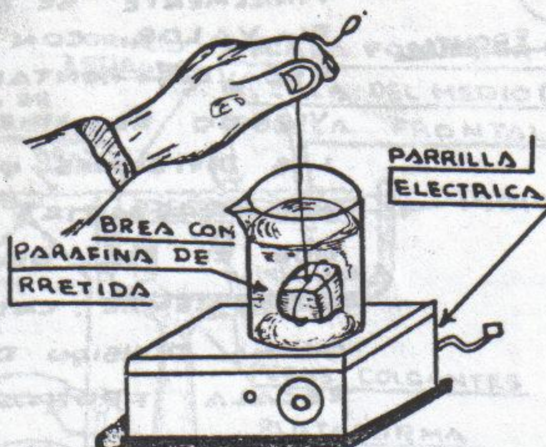
FINALMENTE SE AFINA EL VALOR CON LA ESCALA FRONTAL MOVIENDO EL JINETILLO LAS DIVISIONES QUE SEAN NECESARIAS HASTA QUE EL FIEL OSCILE LIBREMENTE. CADA PEQUENA DIVISION DE LA ESCALA FRONTAL EQUIVALE A 0.01 gr.

EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA EN ESTUDIO EQUIVALDRA A LA SUMATORIA DE LAS LECTURAS PARCIALES EFECTUADAS EN CADA ESCALA

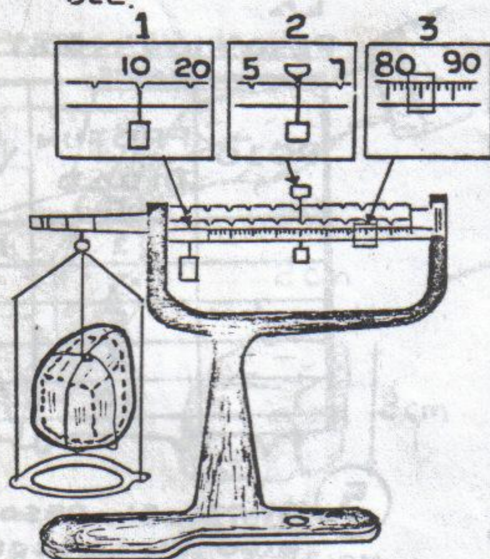
PESO = 10 + 4 + 0.67 = 14.67 gr

POZO	PROFUNDIDAD (m)	(1) Wm (gr)
	1	14.67
	3	
	5	
	8	
	10	

5 ANOTE EL PESO OBTENIDO EN LA COLUMNA (1) DEL REGISTRO INDICADO.



(6) INTRODUZCA LA MUESTRA EN UNA MEZCLA DE BREA Y PARAFINA DERRETIDA HASTA QUEDAR TOTALMENTE IMPERMEABILIZADA CON UN BAÑO LO MAS DELGADO POSIBLE.

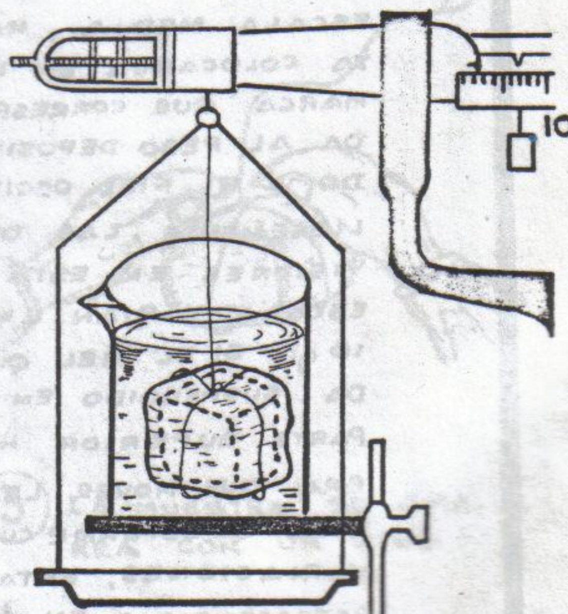


(7) DETERMINE EL PESO DE LA MUESTRA CON LA PARAFINA. (Wmp).

Wmp= 10+6+0.85= 16.85 gr.

① Wm (gr)	② Wmp (gr)
14.67	16.85

(8) ANOTE EL PESO DE LA MUESTRA MAS PARAFINA EN LA COLUMNA ② DEL REGISTRO INDICADO.



(9) INTRODUZCA LA MUESTRA EN UN VASO DE PRECIPITADOS QUE CONTENGA AGUA, PREVIAMENTE COLOCADO EN LA BALAN-

ZA DE TRES BRAZOS, DETERMINANDO EL PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA, (Wmps) PROCURANDO QUE NO TOQUE EL FONDO DEL VASO, NI LAS PAREDES DEL MISMO; Y QUE QUEDE TOTALMENTE SUMERGIDO.

① Wm (gr)	② Wmp (gr)	③ Wms (gr)
14.67	16.85	7.59

(10) EL PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA SE ANOTA EN LA COLUMNA TRES DEL REGISTRO INDICADO.

CALCULOS

PESO VOLUMETRICO NATURAL

POZO Nº	PROFUNDIDAD (m)	① Wm (gr)	② Wmp (gr)	③ Wmps (gr)	④ Vmp (2)-(3)	⑤ Wp (2)-(1)	⑥ $V_p = \frac{Wp}{0.97}$ (cm³)	⑦ Vm (4)-(6)	⑧ $\gamma_m = \frac{Wm}{Vm}$
	1	14.67	16.85	7.59	9.26	2.18	2.24	7.02	2.08 g/cm^3
	3								
	5								
	8								

1 Wm = PESO DE LA MUESTRA

2.- Wmp: PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA

3.- Wmps = PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA EN AGUA

4.-Vmp = VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA.

5.- Wp = PESO DE LA PARAFINA.

6.- Vp = VOLUMEN DE LA PARAFINA.

7.- Vm = VOLUMEN DE LA MUESTRA.

1.- SE OBTIENE EL VOLUMEN DE LA MUESTRA CON LA PARAFINA (Vmp) RESTANDO, EL PESO DEL SUELO MAS PARAFINA (2) DEL PESO SUMERGIDO DEL MISMO (3). EL RESULTADO SE ANOTA EN LA COLUMNA 4

$$Vmp = Wmp - Wmps$$

2.- CALCULESE POR DIFERENCIA DE PESO, DE LA MUESTRA EMPARAFINADA (2) MENOS EL PESO DE LA MUESTRA (1), OBTENIENDO EL PESO DE LA PARAFINA (Wp). ASIENTE SU VALOR EN LA COLUMNA (5)

$$Wp = Wmp - Wm$$

3.- EL VOLUMEN DE PARAFINA ES IGUAL A LA RELACION ENTRE EL PESO DE LA PARAFINA, QUE SE NECESITO EN EL ENSAYE Y SU CORRESPONDIENTE PESO ESPECIFICO (0.97). EL VALOR OBTENIDO ANOTELO EN LA COLUMNA (6)

$$Vp = \frac{Wp}{0.97}$$

4.- DE LA RESTA, DEL VOLUMEN DE LA MUESTRA MAS PARAFINA (4) MENOS EL VOLUMEN DE

LA PARAFINA ⑥ SE OBTIENE EL VOLUMEN DE LA MUESTRA, EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN LA COLUMNA ⑦

$$V_m = V_{mp} - V_p$$

5.- POR DEFINICION EL PESO VOLUMETRICO O ESPECIFICO, ES LA RELACION EXISTENTE DEL PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN.

$$\gamma_m = \frac{W_T}{V_T} = \frac{①}{⑦}$$

NOTA:

EL VOLUMEN DE LA MUESTRA SE OBTIENE TAMBIEN, POR INMERCION DE MERCURIO.

EL PESO DEL VOLUMEN DE MERCURIO DESALOJADO, ENTRE SU CORRESPONDIENTE PESO ESPECIFICO DA EL VOLUMEN DE LA MUESTRA.

EL METODO DEL PICNOMETRO, TAMBIEN ES USADO PARA DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO.

IPN ESIA	DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS** INGENIERIA EXPERIMENTAL	NUM

PESO VOLUMETRICO NATURAL

Obra ____________ Localizacion ____________ Sondeo Nº ______

Muestra ____________ Profundidad ____________

POZO Nº	PROFUNDIDAD	(1) W_m	(2) W_{mp}	(3) W_{mps}	(4) V_{mp} (2)-(3)	(5) W_p (2)-(1)	(6) $V_p = \frac{W_p}{0.97}$	(7) V_m (4)-(6)	(8) $\gamma_m = \frac{W_m}{V_m}$

W_m = PESO DE LA MUESTRA.

W_{mp} = PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA

W_{mps} = PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA EN AGUA.

V_{mp} = VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA.

W_p = PESO DE LA PARAFINA.

V_p = VOLUMEN DE LA PARAFINA ; V_m = VOLUMEN DE LA MUESTRA.

OBSERVACIONES DEL ALUMNO

OBSERVACIONES DEL PROFESOR

FIRMA DEL PROFESOR

CALIFICACION

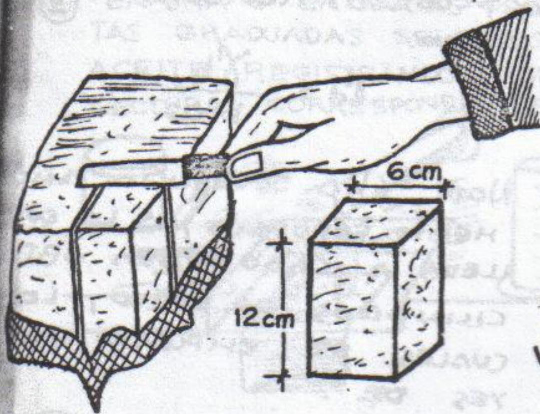
Alumno ____________ Bol ______ Fecha ______

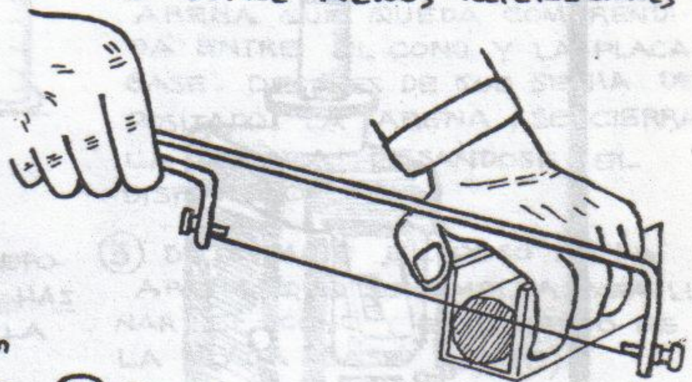
PROCEDIMIENTO Nº2

(PARA SUELOS COHESIVOS O CON CIERTO GRADO DE COHESION)

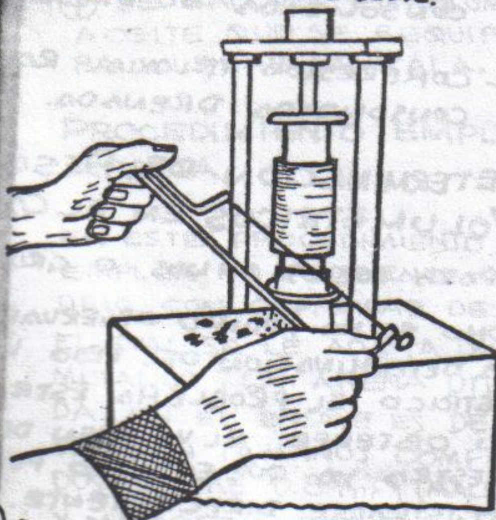
EL PROCEDIMIENTO CONSISTE INICIALMENTE EN LABRAR MANUALMENTE UNA MUESTRA DE FORMA CILINDRICA.

NOTA: SI NO SE CUENTA CON ESTE DISPOSITIVO, SE COLOCAN 2 PLACAS METALICAS DE FORMA CIRCULAR (3cm Ø) UNA EN LA PARTE INFERIOR Y LA OTRA EN LA PARTE SUPERIOR, LAS CUALES SERVIRAN DE BASE PARA DAR LA FORMA CILINDRICA AL IRSE CORTANDO. ESTE PROCEDIMIENTO RESULTA MEJOR QUE EL ANTERIOR, DEBIDO A QUE LA MUESTRA SUFRE MENOS ALTERACIONES



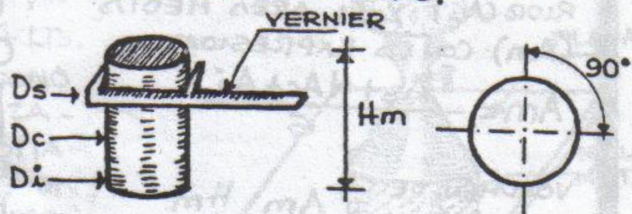


① CON UNA CEGUETA SE EXTRAE UNA PORCION RECTANGULAR DE SUELO DE APROXIMADAMENTE 12cm DE ALTURA X 6 Cm DE BASE DE UNA MUESTRA INALTERADA.



② INCRUSTE LA MUESTRA EN UN MOLDEADOR MANUAL Y CON UNA CEGUETA SE LE VA DANDO LA FORMA CILINDRICA.

③ DESPUES DE QUE HA QUEDADO DEFINIDA LA FORMA CILINDRICA, SE PROCEDE A COLOCAR LA MUESTRA EN UN RIEL DE DIMENSIONES ESTABLECIDAS, CORTANDO ENSEGUIDA SUS EXTREMOS CON UNA CEGUETA DE ALAMBRE. LA ALTURA DE LA MUESTRA DEBE SER DE 2 A 3 VECES SU DIAMETRO.



Ds = DIAMETRO SUPERIOR
Dc = DIAMETRO CENTRAL
Di = DIAMETRO INFERIOR
Hm = ALTURA

④ DEBIDO A LA IRREGULARIDAD QUE PRESENTA LA MUESTRA, MEDIANTE UN VERNIER SE OBTIENEN LECTURAS DE LOS DIAMETROS SUPERIOR, CENTRAL E INFERIOR Y LA ALTURA EN 2 SENTIDOS (GIRANDO 90°). ESTO SE HACE CON LA FINALIDAD DE OBTENER UN VALOR LO MAS REPRESENTATIVO POSIBLE.



⑤ A CONTINUACION SE DETERMINA EL PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO NATURAL.

CON LOS VALORES OBTENIDOS SE CALCULAN LAS AREAS SUPERIOR (As), CENTRAL (Ac), INFERIOR (Ai) Y EL AREA MEDIA (Am) CON LA EXPRESION:

$$Am = \frac{As + 4Ac + Ai}{6}$$

VOLUMEN DE LA MUESTRA $= Am \cdot Hm.$

$\gamma h = \gamma m =$ PESO VOLUMETRICO NATURAL

$$\gamma m = \frac{\text{PESO DE LA MUESTRA (EDO. NAT.)}}{\text{VOLUMEN DE LA MUESTRA}}$$

ES CONVENIENTE DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD. DEBIDO A QUE SE CORRELACIONA CON LA RESISTENCIA DEL SUELO ESTUDIADO Y EN FORMA DIRECTA, PUEDE CALCULARSE EL PESO VOLUMETRICO SECO (γd) MEDIANTE LA EXPRESION:

$$\gamma d = \frac{\gamma h}{1+\omega}$$

NOTA: LA SECUENCIA ANTERIORMENTE EXPUESTA, ES LA QUE SE LLEVA A CABO PARA OBTENER CILINDROS DE SUELO, LOS CUALES SE EMPLEAN EN ENSAYES DE:

1.- COMPRESION SIMPLE.

2.- COMPRESION TRIAXIAL RAPIDO

3.- COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA CONSOLIDADA NO DRENADA

4.- COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA CONSOLIDADA DRENADA.

DETERMINACION DE PESOS VOLUMETRICOS EN EL CAMPO

(PARA SUELOS FINOS O GRUESOS)

COMO SE HA PODIDO OBSERVAR EN LA DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO, EL PROBLEMA ESTRIBA EN OBTENER EL VOLUMEN DE LA MUESTRA, YA QUE EL PESO PUEDE REGISTRARSE DIRECTAMENTE.

EN EL CAMPO EL VOLUMEN DE LA MUESTRA SE OBTIENE EMPLEANDO ACEITE, ARENA O AGUA.

EN CADA CASO SE REQUIERE HACER UNA CALA (APROXIMADAMENTE DE 15x15 cm)

PROCEDIMIENTO EMPLEANDO ACEITE

(1) CON LA AYUDA DE UNA ESPATULA Y/Ó CUCHILLO SE HACE UNA CALA.

(2) EN UNA O EN VARIAS PROBETAS GRADUADAS SE DEPOSITA ACEITE, REGISTRANDOSE SUS LECTURAS CORRESPONDIENTES.



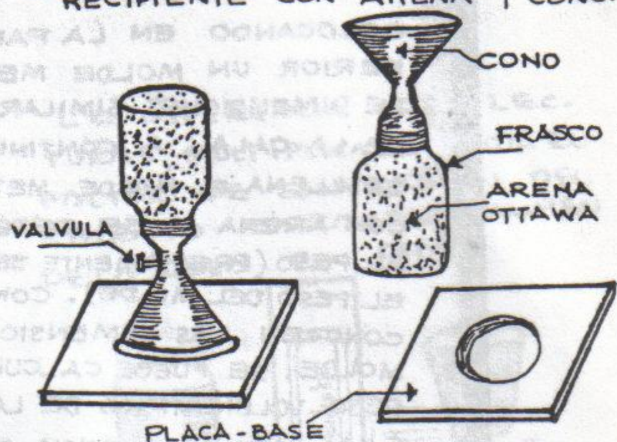
(3) A CONTINUACION SE DEPOSITA ACEITE EN LA CALA HASTA QUEDAR AL NIVEL DE LA SUPERFICIE.

(4) SE CALCULA EL VOLUMEN DE ACEITE QUE SE REQUIRIO PARA LLENAR LA CALA.

PROCEDIMIENTO EMPLEANDO ARENA.

EN ESTE PROCEDIMIENTO SE EMPLEA UN RECIPIENTE DE VIDRIO CON CAPACIDAD DE 4 LTS. EL CUAL SE LE ADAPTA UN CONO METALICO, LA ARENA UTILIZADA EN EL ENSAYE ES DE OTTAWA CON TAMAÑOS COMPRENDIDOS ENTRE 0.84mm (MALLA N° 20) Y MAYORES A 0.59mm (MALLA N° 30) (PUEDE EMPLEARSE OTRO TIPO DE ARENA CON CARACTERISTICAS SIMILARES A LA DE OTTAWA)

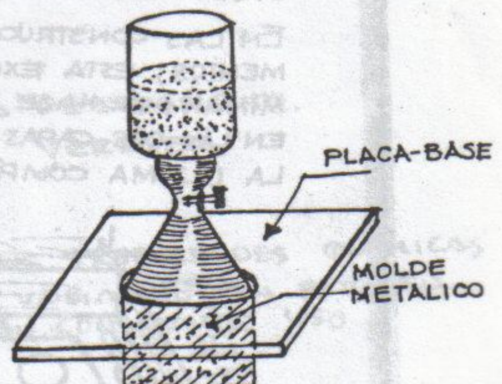
(1) SE DETERMINA EL PESO DEL RECIPIENTE CON ARENA Y CONO.



(2) SE CALIBRA LA CANTIDAD DE ARENA QUE QUEDA COMPRENDIDA ENTRE EL CONO Y LA PLACA BASE. DESPUES DE QUE SE HA DEPOSITADO LA ARENA, SE CIERRA LA VALVULA PESANDOSE EL DISPOSITIVO.

(3) DETERMINE EL PESO DE LA ARENA QUE SE EMPLEA PARA LLENAR EL CONO Y EL ORIFICIO DE LA PLACA BASE (1)-(2)

ESTA SECUENCIA SE REPITE LAS VECES QUE SEAN NECESARIAS HASTA OBTENER UN VALOR REPRESENTATIVO

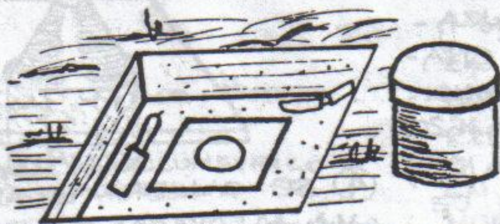


(4) SE CALIBRA LA ARENA QUE SE VA A EMPLEAR EN EL ENSAYE. PARA TAL FIN SE USA EL MISMO DISPOSITIVO (RECIPIENTE, CONO, FRASCO Y ARENA).

COLOCANDO EN LA PARTE INFERIOR UN MOLDE METALICO DE DIMENSIONES SIMILARES AL DE LA CALA. A CONTINUACION SE LLENA EL MOLDE METALICO CON ARENA Y SE DETERMINA EL PESO (PREVIAMENTE SE REGISTRA EL PESO DEL MOLDE). COMO SE CONOCEN LAS DIMENSIONES DEL MOLDE, SE PUEDE CALCULAR EL PESO VOLUMETRICO DE LA ARENA (γd). ESTA SECUENCIA SE REPITE LAS VECES QUE SEAN NECESARIAS CON EL OBJETO DE TENER UN VALOR REPRESENTATIVO.

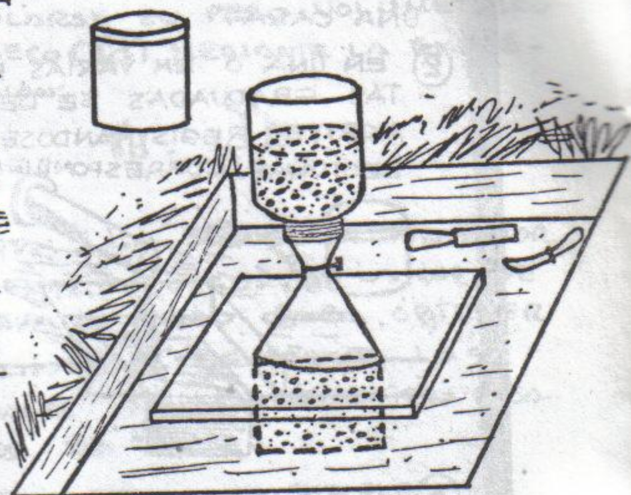
DETERMINACION DEL VOLUMEN DE LA CALA EN EL CAMPO.

⑤ DEL LUGAR DONDE SE DESEA CONOCER EL PESO VOLUMETRICO SE HACE UN CUADRADO DE APROXIMADAMENTE (50x50 cm) Y SE EXCAVA APROX. 20 cm O MAS PROCURANDO QUE SE ENCUENTRE LO MAS NIVELADO POSIBLE LA SUPERFICIE DESCUBIERTA. EN LAS CONSTRUCCIONES DE PAVIMENTOS, ESTA EXCAVACION PRELIMINAR, SE HACE GENERALMENTE, EN LAS DOS CAPAS INMEDIATAS A LA ULTIMA COMPACTADA.



⑥ SE HACE LA CALA, TOMANDO COMO BASE LA PERFORACION DE LA PLACA, EL MATERIAL EXCAVADO SE DEPOSITA EN UN RECIPIENTE OBTENIENDO AL FINAL SU PESO

DEL MATERIAL EXCAVADO SE TOMA UNA PORCION REPRESENTATIVA, DETERMINANDO SU CONTENIDO DE HUMEDAD.



⑦ A CONTINUACION SE COLOCA EL CONO DE ARENA, SE ABRE LA VALVULA DEJANDO QUE LA ARENA LLENE LA CALA, LA PLACA BASE Y EL CONO.

⑧ SE CIERRA LA VALVULA Y SE PESA EL DISPOSITIVO.

CON LOS VALORES OBTENIDOS Y LOS DATOS DE LOS PUNTOS ③ y ④ SE CALCULA EL PESO VOLUMETRICO.

$$\gamma m = \gamma h = \frac{\text{PESO MUESTRA}}{\text{VOLUMEN DE LA CALA}}$$

PESO DE LA ARENA QUE SE REQUIRIO PARA LLENAR LA CALA = ① - ⑧ - ③

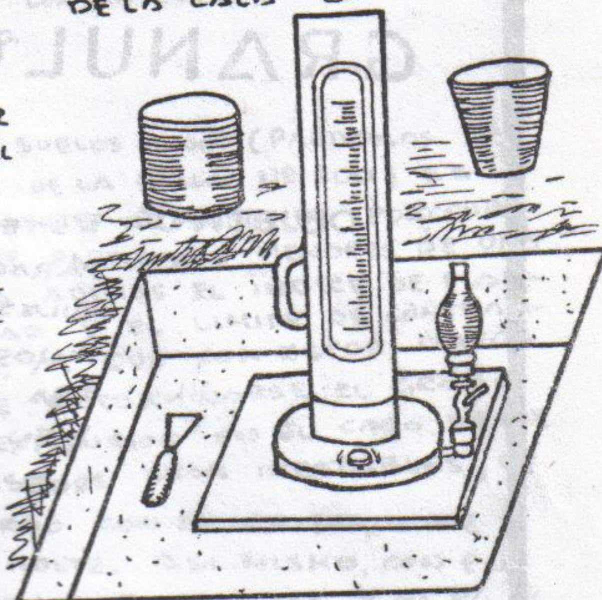
$$\text{VOL. CALA} = \frac{\text{PESO ARENA}}{\gamma d}$$

PROCEDIMIENTO EMPLEANDO AGUA

UN PROCEDIMIENTO MAS EFICAZ PARA DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO EN EL CAMPO, CONSISTE EN EMPLEAR UN DISPOSITIVO DE VIDRIO GRADUADO Y UNA BOLSA DE HULE, LA CUAL QUEDA ADHERIDA EN EL INTERIOR DE LA CALA. LA SECUENCIA ES SIMILAR AL PROCEDIMIENTO EMPLEANDO EL CONO Y ARENA.

EL VOLUMEN DE LA CALA SE OBTIENE AL ABRIR LA VALVULA DEL MEDIDOR DE VOLUMEN LLENO DE AGUA E INFLAR MEDIANTE UNA PERILLA LA BOLSA DE HULE, HASTA QUE EL NIVEL DEL AGUA EN EL DISPOSITIVO ALCANCE SU NIVEL MAS BAJO, REGISTRANDO LA LECTURA INICIAL. A CONTINUACION SE INVIERTE LA BOMBA PRESION VACIO Y SE BOMBEA PARA QUE LA BOLSA DE HULE REGRESE DENTRO DEL CILINDRO, CERRANDO INSTANTANEAMENTE LA VALVULA DE CONTROL.

LA DIFERENCIA DE LECTURAS, MULTIPLICADA POR EL FACTOR DE CONVERSION DEL APARATO DARA EL VOLUMEN DE LA CALA EN dm^3



OBSERVACIONES Y POSIBLES ERRORES QUE SE PUEDEN COMETER EN LOS ENSAYES.

1.- QUE LA MUESTRA NO SEA LABRADA DEBIDAMENTE.

2.- LECTURAS MAL REGISTRADAS EN EL VERNIER.

3.- BALANZA MAL NIVELADA.

4.- LA PARAFINA Y BREA PIERDEN SUS PROPIEDADES QUIMICAS AL EFECTUAR DIFERENTE ALEACION VARIANDO CON ESTO SU DENSIDAD Y TAMBIEN DEBIDO A SU CONSTANTE USO.

5.- MAL CALIBRACION DE LA ARENA.

6.- QUE LA BOLSA DE HULE NO QUEDE DEBIDAMENTE ADHERIDA EN EL CONTORNO DE LA CALA.

ENSAYE 4

GRANULOMETRIA

OBJETIVO: ESTE ENSAYE CONSISTE EN SEPARAR POR TAMAÑOS LAS PARTICULAS DE SUELOS GRUESOS Y FINOS QUE COMPONEN UNA MUESTRA DE MATERIAL EN ESTUDIO Y EN FUNCION DE ESTOS PODER LOS CLASIFICAR.

DEFINICION: SE DESIGNA COMO ENSAYE GRANULOMETRICO A LA DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO EN CUANTO A SU TAMAÑO.

APLICACION: EL REALIZAR UN ANALISIS GRANULOMETRICO TRAE COMO CONSIGUIENTE EN EL CASO DE SUELOS GRUESOS:

1.- PODER CLASIFICAR LOS SUELOS (COMUNES).

2.- ANALIZAR EL MATERIAL MAS FACTIBLE PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS.

3.- CALCULAR EL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN UNA FORMA APROXIMADA.

4.- DETERMINAR EL MATERIAL PETREO MAS CONVENIENTE PARA EL CONCRETO.

5.- PARA SUELOS FINOS (PARTICULAS MENORES DE LA MALLA Nº 200) ES CONVENIENTE OBTENER EL PORCENTAJE DE PARTICULAS MENORES DE UNA MICRA, ADEMAS EL INDICE DE PLASTICIDAD Y EL LIMITE DE CONTRACCION, YA QUE CON ESTOS DATOS PUEDE DETERMINARSE EL GRADO DE EXPANSION EN EL CASO DE QUE LOS SUELOS SEAN INESTABLES, DE ACUERDO CON EL CRITERIO DE W. C. HOLTZ. ASI MISMO, CON EL INDICE DE PLASTICIDAD Y EL % DE PARTICULAS MENORES DE 2 MICRAS SE OBTIENE LA ACTIVIDAD.

DENTRO DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA EFECTUAR LOS ENSAYES GRANULOMETRICOS SE TIENE:

1.- ANALISIS POR TAMICES O MALLAS (PROCEDIMIENTO VIA SECA). PARA MATERIALES CUYOS TAMAÑOS SE ENCUENTRAN COMPRENDIDOS ENTRE LA MALLA DE 3" Y LA Nº 200.

2.- ANALISIS POR TAMICES O MALLAS

(CON PREVIO LAVADO DE MATERIAL)

PARA MATERIALES COMPRENDIDOS DE LA MALLA Nº 3" Y LA Nº 200

3.- ANALISIS POR VIA HUMEDA

(SUELOS FINOS)

a.- METODO DEL HIDROMETRO

b.- METODO HARVARD DE CAMPO

PARA TAMAÑOS MENORES DE LA MALLA Nº 200 SE CUENTA CON LOS METODOS a y b, SIENDO EL PRIMERO EL MAS EMPLEADO. SOBRE TODO PARA DETERMINAR TAMAÑOS MENORES DE UNA MICRA.

4.- ANALISIS COMBINADO

(EMPLEANDO LOS PROCEDIMIENTOS 2 Y 3)

EL ANALISIS COMBINADO PROCEDE A REALIZARSE CUANDO EL MATERIAL EN ESTUDIO CONTENGA MAS DEL 25% DE SU PESO RETENIDO EN LA MALLA Nº 200

(ES NECESARIO QUE LOS MATERIALES ARCILLOSOS SEAN DISGREGADOS ANTES DE SECARSE TOTALMENTE.).

EQUIPO: 1.- JUEGO DE MALLAS

2.- HORNO ELECTRICO CON TEMPERATURA COMPRENDIDA ENTRE 105° A 110° C.

3.- BALANZA CON CAPACIDAD DE 4000 gr. Y APROXIMACION AL 0.01 gr.

4.- CHAROLAS.

5.- CAPSULAS.

6.- MAZO

PREPARACION DE LA MUESTRA

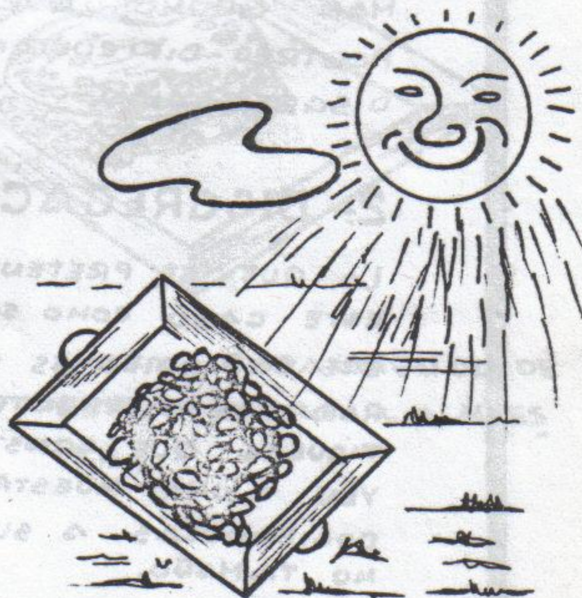
LA PREPARACION DEL MATERIAL PARA ESTE ENSAYE SE HACE COMUNMENTE EN 3 ETAPAS.

I.- SECADO DE LA MUESTRA

II.- DISGREGACION DE LOS GRUMOS

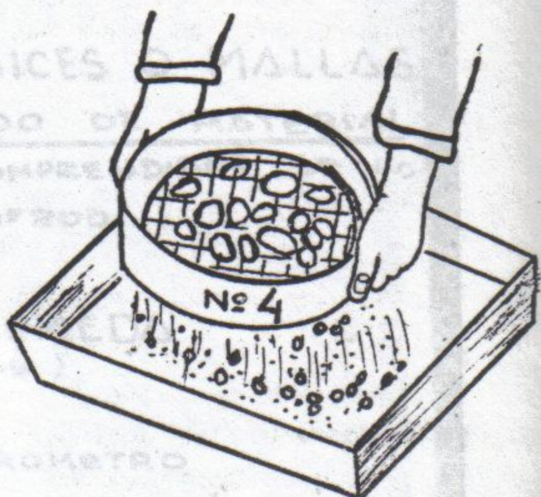
III.- CUARTEO

I.- SECADO



LA MUESTRA DEBE SECARSE CON EL OBJETO DE ELIMINAR EL AGUA QUE CONTENGA, FACILITANDO ASI EL PROCESO DE DISGREGACION. PARA ELLO ES CONVENIENTE VACIAR

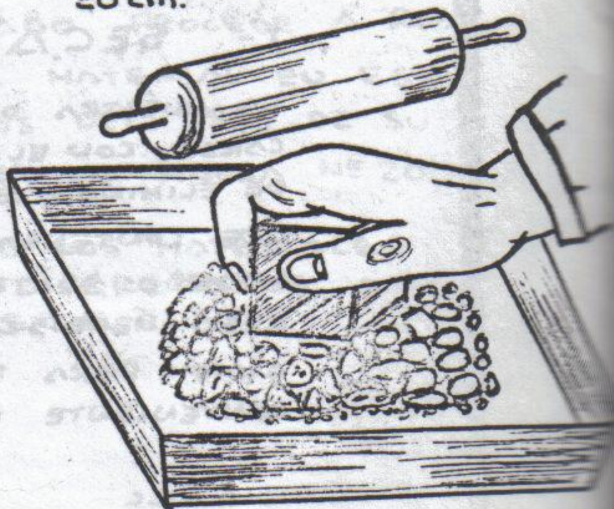
EL MATERIAL EN UNA CHAROLA DE LAMINA Y EXPONERLO AL SOL. PUEDE UTILIZARSE TAMBIEN UN HORNO ELECTRICO SOMETIENDO LA MUESTRA A UNA TEMPERATURA NO MAYOR DE 60°C. ESTO SE HACE CON EL FIN DE NO ALTERAR LA COHESION Y PLASTICIDAD DEL MATERIAL. SE DEBE TENER CUIDADO QUE LOS MATERIALES FINOS DE ALTA PLASTICIDAD NO SEAN SECADOS TOTALMENTE, YA QUE SE PUEDEN FORMAR GRUMOS QUE A LA POSTRE DIFICULTAN LA DISGREGACION.



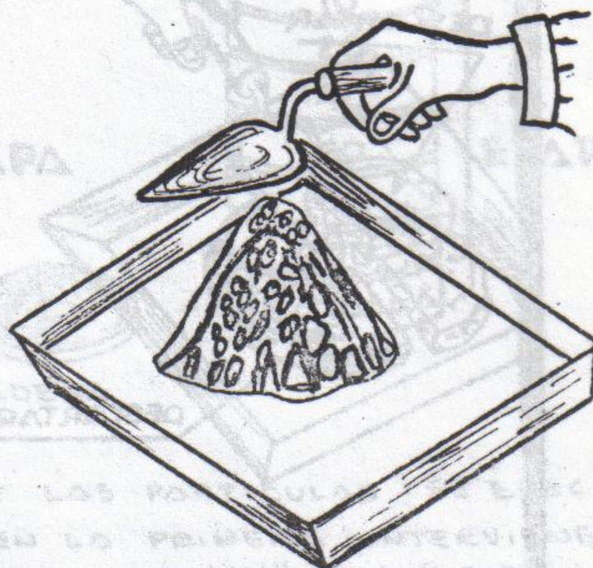
2.- DISGREGACION

LO QUE SE PRETENDE EN ESTE CASO COMO SU NOMBRE LO INDICA ES SEPARAR LAS DIFERENTES PARTICULAS QUE CONSTITUYEN A UNA MUESTRA REDUCIENDOLAS A SU MINIMO TAMAÑO.

LA DISGREGACION DE LA MUESTRA SE REALIZA MEDIANTE UN MAZO DE MADERA DE FORMA CUADRANGULAR (15cm de altura, 10 cm por lado y 1 Kg de peso) CON EL CUAL SE GOLPEA LA MUESTRA EN SENTIDO VERTICAL DESDE UNA ALTURA NO MAYOR DE 20 cm.

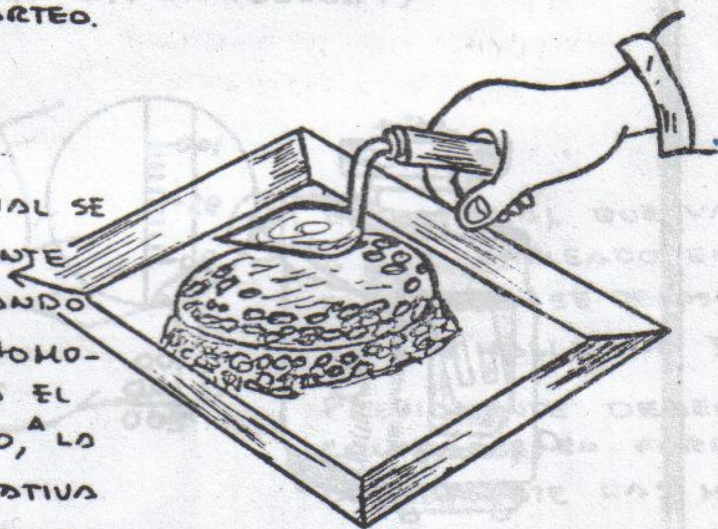


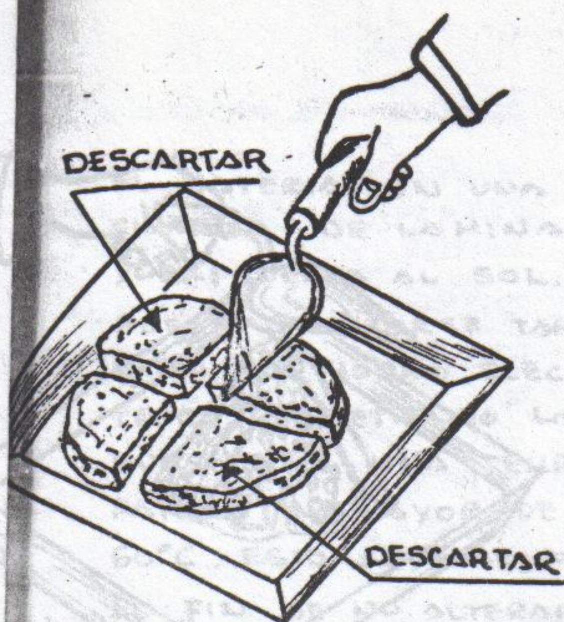
CON EL OBJETO DE FACILITAR LA DISGREGACION DEL MATERIAL ES NECESARIO CRIBARLO POR LA MALLA Nº 4. LOS GRUMOS TANTO RETENIDOS COMO LOS QUE PASARON POR LA MALLA DEBERAN SEGUIRSE DISGREGANDO CON EL MAZO Y POSTERIORMENTE SE HARA UN PREVIO CRIBADO ATRAVES DE LAS MALLAS DE 2", 3/4", Nº 4. FINALMENTE SE RECOPILA TODO EL MATERIAL MEZCLANDOLO ENTRE SI, PROCEDIENDO A REALIZAR EL CUARTEO.



3.- CUARTEO

CUANDO EL MATERIAL SE ENCUENTRE TOTALMENTE REVUELTO PRESENTANDO UNA APARIENCIA HOMOGENEA, SE EFECTUA EL CUARTEO, PARA ELLO, A LA MUESTRA REPRESENTATIVA SE LE DA LA FORMA DE UN CONO TRUNCADO GOLPEANDO LA PARTE SUPERIOR CON UNA CUCHARA, EXPANDIENDO DE ESTA MANERA LA MUESTRA.

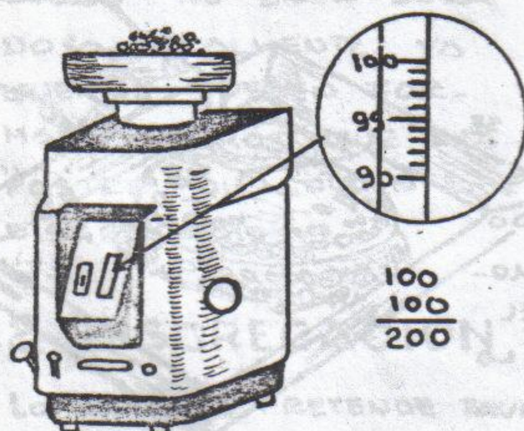




SE PROCEDE A DIVIDIR LA MUESTRA EN 4 PARTES, DE LAS CUALES UNICAMENTE SE TOMAN 2 DE ELLAS, ELIGIENDOSE POR CONVENIENCIA LOS CUADRANTES OPUESTOS.

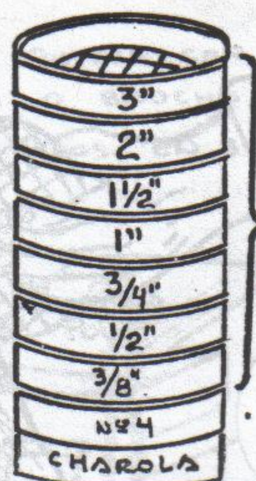
1 ANALISIS POR TAMICES O MALLAS

(PROCEDIMIENTO VIA SECA)

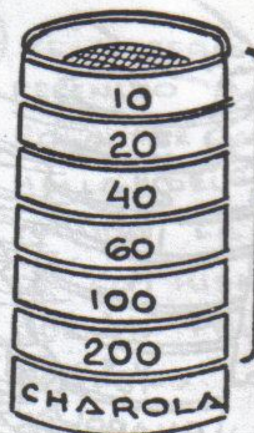


1 DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA CUARTEADA SE TOMAN

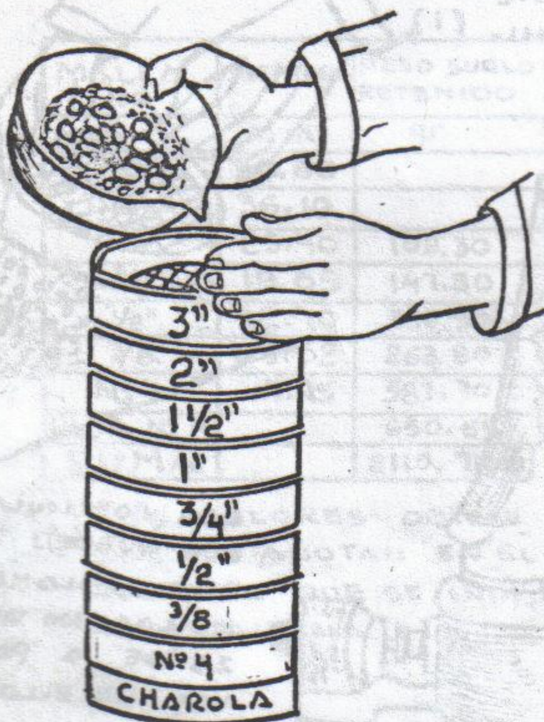
APROXIMADAMENTE DOS KILOGRAMOS DE MATERIAL LOS CUALES SE PESAN EN LA BALANZA ELECTRICA CON CAPACIDAD DE 4000 gr. OBTENIENDO EL PESO TOTAL (Wt) DE LA MUESTRA QUE VA A INTERVENIR EN EL ENSAYE



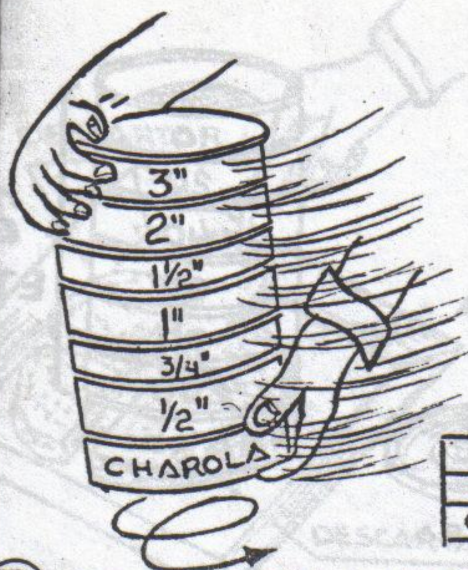

TAPADERA



LA SEPARACION DE LAS PARTICULAS SE EFECTUA EN 2 ETAPAS. EN LA PRIMERA INTERVIENEN LAS MALLAS DEL Nº 3", 2", 1½", 3/4", 1/2", 3/8", Nº4 Y EN LA SEGUNDA LAS DEL Nº 10, 20, 40, 60, 100, 200.



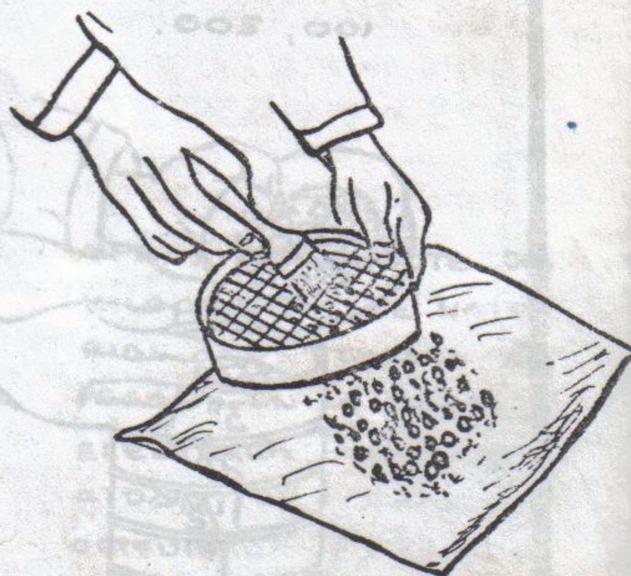
(2) EL MATERIAL QUE VA A SER EMPLEADO EN EL ENSAYE SE DEPOSITA EN LA MALLA DE 3". PREVIAMENTE DEBEN COLOCARSE EN FORMA DESCENDENTE LAS MALLAS QUE INTERVIENEN EN LA PRIMERA ETAPA.

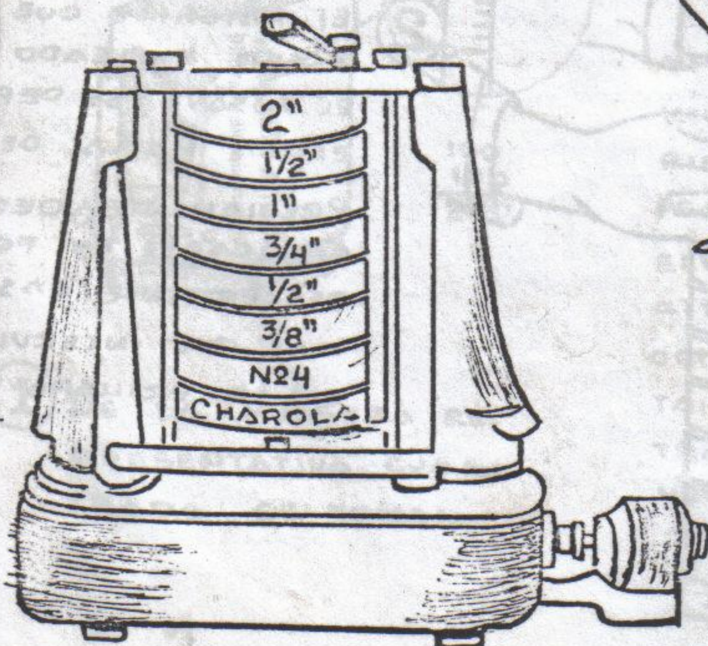




(3) SE PROCEDE ENSEGUIDA A REALIZAR CON MOVIMIENTOS ROTATORIOS --HORIZONTALES-- YA SEA MANUALMENTE O CON EQUIPO VIBRATORIO MECANICO (RO-TAP) DURANTE UN TIEMPO DE 15 MINUTOS

(4) SE DEPOSITA EL MATERIAL DE CADA MALLA EN UN PAPEL POR SEPARADO.

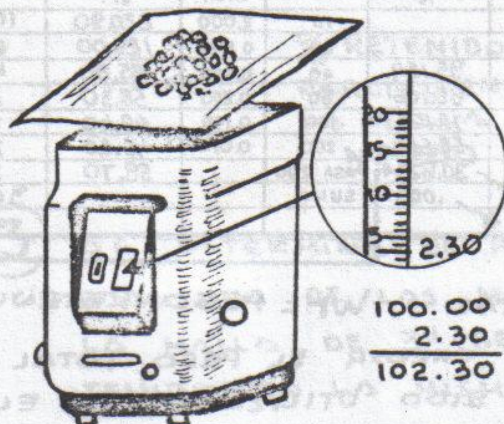




RO-TAP

LAS PARTICULAS SUELTAS QUE QUEDEN RETENIDAS EN LOS ALAMBRES DE LAS MALLAS NO DEBEN FORZARSE A PASAR ATRAVES DE ELLOS, SE DE

BEN QUITAR CON UN CEPILLO O BROCHA INCLUYENDO LOS EN SU FRACCION.



(5) SE PESA PARCIALMENTE EL MATERIAL RETENIDO EN CADA MALLA.

MALLA Nº	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO (1)
	mm	gr
2"	50.80	
1½"	36.10	
1"	25.40	102.30
¾"	19.05	147.50
½"	12.70	358.90
⅜"	9.52	263.80
Nº4	4.75	587.70
PASA Nº 4		650.55
SUMA		2110.75 gr

(6) LOS VALORES OBTENIDOS SE ANOTAN EN EL REGISTRO QUE SE INDICA (COLUMNA 1).

(7) EL MATERIAL QUE QUEDO RETENIDO EN LA CHAROLA SE VACIA EN LA MALLA DEL Nº 10 EFECTUANDO LA 2º ETAPA DE LA MISMA MANERA QUE LA PRIMERA REPITIENDO LOS PASOS 3, 4 Y 5 (PREVIAMENTE DEBEN COLOCARSE EN FORMA DESCENDENTE LAS MALLAS QUE INTERVIENEN EN ESTA ETAPA.)

MALLA Nº	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO (1)
	mm	gr
10	2.000	220.90
20	0.840	129.00
40	0.420	85.80
60	0.248	58.30
100	0.149	48.40
200	0.074	46.60
PASA 200		58.70
SUMA		647.70

(8) LOS VALORES OBTENIDOS SE ANOTAN EN EL REGISTRO QUE SE INDICA.

? -> 100 %

CALCULOS

MALLA Nº	ABERTURA	① PESO SUELO RETENIDO	② POR CIENTO RETENIDO PARCIAL	③ POR CIENTO QUE PASA
———	m.m	gr.	%	%
2"	50.80	115.27		
1 1/2"	36.10	89.30		
1"	25.40	102.30	4.846	95.154
3/4"	19.05	147.50	6.988	88.166
1/2"	12.70	358.90	17.003	71.163
3/8"	9.52	263.80	12.497	58.666
Nº 4	4.75	587.70	27.843	30.823
PASA Nº 4		650.55	30.820	.003
SUMA		2110.75	99.997	

MALLA Nº	ABERTURA	⑥ PESO SUELO RETENIDO	⑦ POR CIENTO RETENIDO PARCIAL	⑧ POR CIENTO QUE PASA
④ ———	⑤ m.m.	gr.	%	%
10	2.000	220.90	10.465	20.358
20	0.840	129.00	6.111	14.247
40	0.420	85.80	4.064	10.183
60	0.250	58.30	2.760	7.423
100	0.149	48.40	2.293	5.130
200	0.074	46.60	2.207	2.923
PASA 200		58.70	2.781	.142 ≈0
SUMA			30.681	

ERROR

W_T = PESO TOTAL W_r = PESO RETENIDO.

(1) ES CONVENIENTE CHECAR EL PESO TOTAL DEL MATERIAL QUE HA SIDO UTILIZADO EN EL ENSAYE, PARA ELLO SE DEBEN SUMAR PARCIALMENTE LOS PESOS NETOS DE MATERIAL RETENIDO EN CADA MALLA, ACEPTANDO COMO TOLERANCIA UN 3% DE ERROR, EN CASO DE QUE SEA MAYOR DEBERÁ REPETIRSE EL ENSAYE. Y CUANDO SEA MENOR DEBERÁ SUMARSE EL VALOR NUMERICO AL MAYOR PESO REGISTRADO.

(2) SE CALCULAN ENSEGUIDA LOS PORCENTAJES PARCIALES RETENIDOS EN CADA UNA DE LAS MALLAS DIVIDIENDO SU CORRESPONDIENTE PESO RETENIDO ENTRE EL PESO TOTAL. EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN LA COLUMNA Nº 2.

% RETENIDO PARCIAL EN LA MALLA DE [illegible]" $= \frac{W_{r\,3''}}{W_T} \times 100$

$$= \frac{W_{r\,1''}}{W_T} \times 100 = \frac{102.30}{2110.75} \times 100 = 4.846$$

$$\%\text{ RETENIDO PARCIAL EN LA MALLA 2"} = \frac{W_{r2"}}{W_T} \times 100$$

⋮

$$\%\text{ RETENIDO PARCIAL EN LA MALLA Nº 200} = \frac{W_{r200}}{W_T} \times 100 = \frac{46.6}{2110.75} \times 100 = 2.207$$

(3) SE DETERMINA EL PORCENTAJE QUE PASA EN CADA UNA DE LAS MALLAS, POR EJEMPLO PARA LA MALLA DE 3" SERA EL 100% − EL % RETENIDO EN LA MISMA, Y PARA LOS SIGUIENTES SE IRA RESTANDO DE LO QUE VAYA QUEDANDO EN LA MALLA ANTERIOR. EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN LA COLUMNA 3 DEL REGISTRO INDICADO.

$$\%\text{ QUE PASO EN LA MALLA DE 3"} = 100\% - \underbrace{\qquad}_{\%\text{ RETENIDO EN LA MALLA DE 3"}}$$

$$\%\text{ QUE PASO MALLA 1"} = 100 - 4.864 = 95.154$$

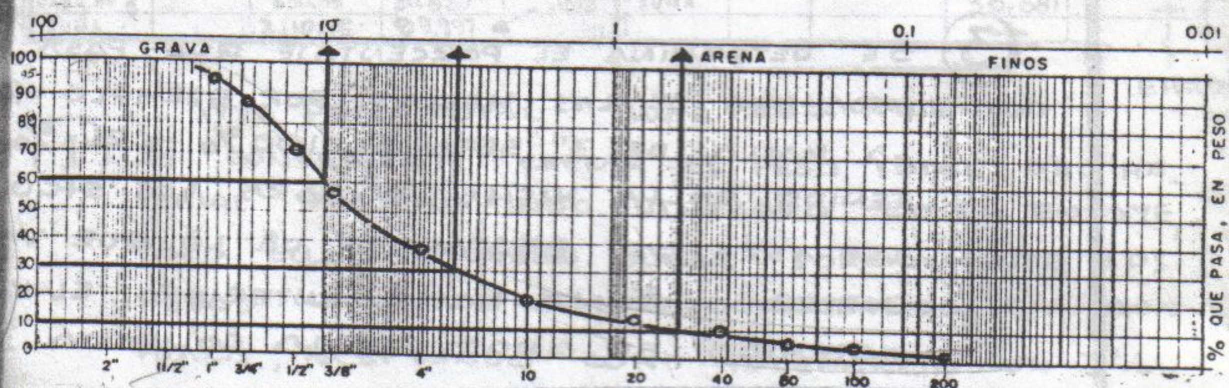
$$\%\text{ QUE PASO EN LA MALLA DE } 3/4\text{"} = \underbrace{95.154}_{\%\text{ QUE PASO EN LA MALLA DE 1"}} - \underbrace{6.988}_{\%\text{ RETENIDO EN LA MALLA DE } 3/4\text{"}} = 88.166$$

⋮

$$\%\text{ QUE PASO EN LA MALLA Nº 200} = \underbrace{5.130}_{\%\text{ QUE PASO EN LA MALLA Nº 100}} - \underbrace{2.207}_{\%\text{ RETENIDO EN LA MALLA Nº 200}} = 2.923$$

RESULTADOS Y PRESENTACION

CON LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS PORCENTAJES QUE PASARON EN CADA UNA DE LAS MALLAS (COLUMNA 3) Y EL NUMERO DE LAS MISMAS, SE CONSTRUYE UNA GRAFICA EN ESCALA SEMI-LOGARITMICA QUE SE INDICA A CONTINUACION.



EN EL EJE DE LAS ORDENADAS SE ANOTA EN ESCALA NATURAL EL PORCENTAJE QUE PASA EN CADA MALLA Y EN EL EJE DE LAS ABSCISAS EN ESCALA LOGARITMICA EL NUMERO DE LA MALLA CORRESPONDIENTE EN PULGADAS (ANOTADO EN LA PARTE INFERIOR). UNIENDO LOS PUNTOS SE OBTIENE LA CURVA GRANULOMETRICA, LA CUAL SERVIRA DE BASE PARA ENCONTRAR LOS PARAMETROS DE ALLEN HAZEN (D_{60}, D_{30}, D_{10}). EL VALOR DE CADA UNO DE ELLOS SE LOCALIZA AL INTERSECTAR LA CURVA GRANULOMETRICA, LEYENDO DIRECTAMENTE EL VALOR EN MILIMETROS EN LA PARTE SUPERIOR DE LA GRAFICA,

CON LOS VALORES DE D_{60}, D_{30} Y D_{10} SE CALCULAN LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y CURVATURA (Cc).

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad ; \quad C_c = \frac{\overline{D_{30}}^{\,2}}{D_{60} \times D_{10}}$$

CONOCIDOS LOS % DE MATERIAL GRUESO Y FINO ASI COMO SU Cu Y Cc SE PODRA CLASIFICAR EL TIPO DE SUELO DE ACUERDO CON EL S.U.C.S

2.- ANALISIS POR TAMICES O MALLAS

(PROCEDIMIENTO CON PREVIO LAVADO DE MATERIAL)



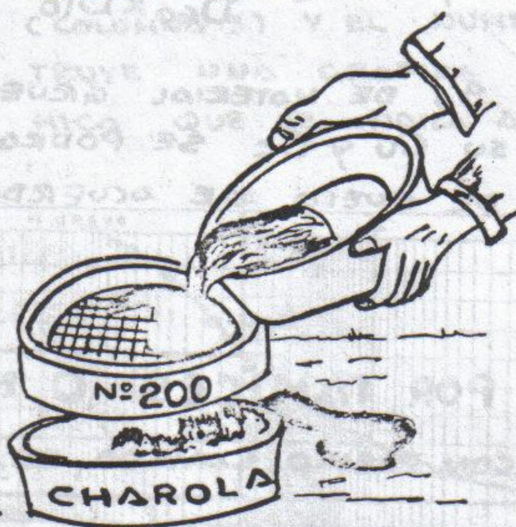
EL PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE MATERIAL SE REALIZA EN IGUAL FORMA QUE EL ANTERIOR ENSAYE, EN LO QUE RESPECTA AL SECADO DE LA MUESTRA, DISGREGACION Y CUARTEO.

COMO SU NOMBRE LO INDICA ESTE ENSAYE CONSISTE EN SOMETER AL MATERIAL A UN PROCESO DE LAVADO.

PARA ELLO SE INTRODUCE EN UN RECIPIENTE CON AGUA DURANTE UN TIEMPO DE 2 a 12 hr., CON EL OBJETO DE ELIMINAR LAS PARTICULAS FINAS QUE SE ENCUENTRAN ADHERIDAS EN LOS SUELOS

GRUESOS Y LA DISGREGACION TOTAL DE LOS SUELOS FINOS.







EL MATERIAL QUE HA QUEDADO EN SUSPENSION SE VIERTE EN LA MALLA Nº 200 LOGRANDO CON ELLO IR SEPARANDO LAS PARTICULAS GRUESAS DE LOS FINOS, EL MATERIAL RETENIDO SE SOMETE A UN NUEVO LAVADO REPITIENDO LO ANTERIORMENTE EXPUESTO LAS VECES QUE SEAN NECESARIAS HASTA OBSERVAR QUE EL AGUA QUE PASA POR LA MALLA Nº 200 SEA CLARA.

EL MATERIAL GRUESO QUE HA SIDO LAVADO SE SOMETE A SECADO EN UN HORNO ELECTRICO, CON EL OBJETO DE QUE PIERDA TOTALMENTE SU HUMEDAD. CUANDO SE HA LOGRADO ESTO SE PROCEDE EN IGUAL FORMA QUE EN EL ENSAYO POR VIA SECA. ESTE TIPO DE

ENSAYE TIENDE A SER MAS REAL QUE EL ANTERIORMENTE EXPUESTO, YA QUE CON EL PESO DEL MATERIAL FINO ADHERIDO EN LOS GRUESOS SE LLEGAN A COMETER ERRORES DE 2 A 4%.

OBSERVACIONES Y ERRORES QUE PUEDEN COMETERSE EN EL ENSAYE.

1. QUE LA BALANZA NO SE ENCUENTRE DEBIDAMENTE NIVELADA.
2. LECTURAS EN LA BALANZA MAL TOMADAS.
3. TEMPERATURA NO UNIFORME EN EL HORNO
4. CUARTEO INADECUADO
5. SE DEBE TENER CUIDADO DE NO ESTAR ABRIENDO EL HORNO CONSTANTEMENTE, E INTRODUCIR MUESTRAS CON CONTENIDOS DE HUMEDAD ELEVADOS, YA QUE SE OCASIONA DESPRENDIMIENTO DE VAPOR QUE PUEDEN RECIBIR LAS MUESTRAS QUE SE ENCUENTRAN SECAS.
6. QUE EL TIEMPO DE SECADO SEA INFERIOR A LO ESPECIFICADO.
7. MAL ESTADO DE LAS MALLAS (ROTURAS EN LOS HILOS.)
8. QUE EN EL PROCESO DE LAVADO NO SE SOMETA A UN DEBIDO MOVIMIENTO CON LOS DEDOS Y EL AGUA SEA PROPICIO PARA QUE LAS PARTICULAS PASEN POR LAS MALLAS.
9. QUE AL ESTAR EFECTUANDO EL LAVADO. PASE POR DESAPERCIBIDO EL MATERIAL QUE SE ENCUENTRA LIMPIO, SIENDO QUE AUN AL REALIZAR OTRO LAVADO, QUEDEN TODAVIA PARTICULAS FINAS. (ESTO SE PUEDE COMPROBAR AL TERMINAR LA 2ª ETAPA DEL ANALISIS MECANICO DEBIDO A LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA POR LA MALLA Nº 200).
10. TIEMPO INSUFICIENTE AL EFECTUAR EL VIBRADO.
11. EL S.U.C.S. CLASIFICA A LOS SUELOS SEGUN SU TAMAÑO SIN IMPORTAR SU RESISTENCIA, Y ASI PUEDEN TENERSE MATERIALES COMO EL "JALE" QUE DE ACUERDO A SU TAMAÑO CORRESPONDEN A UNA GRAVA, SIN EMBARGO, SU RESISTENCIA A LA RUPTURA ES MENOR QUE LA QUE PRESENTA UN GRUMO DE ARCILLA EN ESTADO SECO, Y CON UN PESO VOLUMETRICO MENOR A LA UNIDAD.

MATERIAL: ARENA

SI EL MATERIAL (ARENA) SE ENCUENTRA DONDE SE PRETENDE CIMENTAR UNA PRESA (FLEXIBLE) PUEDEN HACERSE LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES.

1. COLOCAR DENTELLONES PARA IMPEDIR EN PARTE EL FLUJO DE AGUA EN LA CIMENTACION.

2. INYECTAR LECHADAS DE AGUA CEMENTO EN FORMA ESTABLE, CON EL OBJETO DE ESTABILIZAR EL SUELO E INCREMENTANDO A LA VEZ SU RESISTENCIA. ESTAS MEZCLAS, DEBEN INYECTARSE A BAJA PRESION, YA QUE DE LO CONTRARIO PUEDEN PROVOCAR TUBIFICACIONES QUE A LA POSTRE PERJUDICAN LA CIMENTACION.

EN LO REFERENTE A MOVIMIENTOS SISMICOS EN ESTE TIPO DE MATERIAL, SE RECOMIENDA COLOCAR POZOS DE ALIVIO, QUE IMPIDEN EN UN MOMENTO SOBRE PRESIONES HIDROSTATICAS, EVITANDO EN PARTE, DE ESTA MANERA, EL FENOMENO DE LICUACION DE ARENAS.

DENTRO DE LAS SOLUCIONES QUE SE ADOPTAN PARA ESTABILIZAR SUELOS FRICCIONANTES QUE SE ENCUENTRAN EN ESTADO SUELTO O LOCALIZADOS EN ZONAS SISMICAS SE TIENE.

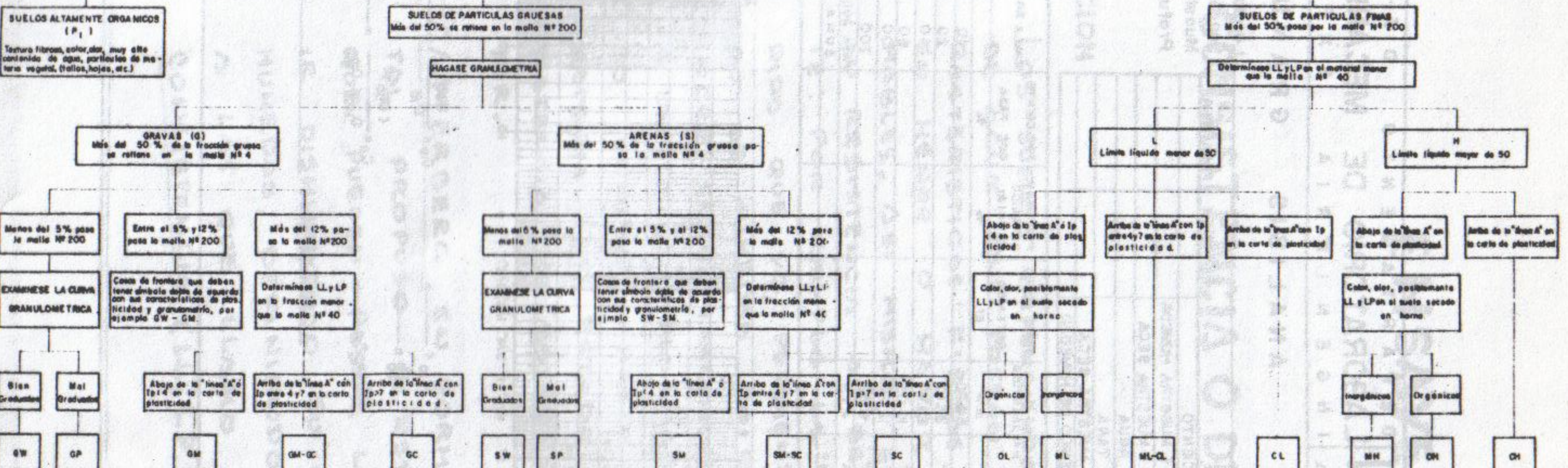
1.- PRECARGAR EL AREA POR CONSTRUIR

2.- SUSTITUIR EL MATERIAL.

3.- HINCAR PILOTES.

4.- ESTABILIZAR LA ZONA A BASE DE LECHADAS AGUA - CEMENTO.

5.- REDUCIR LA CAPACIDAD DE CARGA.


HAGASE UN EXAMEN VISUAL DEL SUELO PARA DETERMINAR SI ES ALTAMENTE ORGANICO, DE PARTICULAS GRUESAS O DE PARTICULAS FINAS, EN LOS CASOS DE FRONTERA DETERMINESE LA CANTIDAD QUE PASA POR LA MALLA Nº200
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS (P$_t$)
Textura fibrosa, color, olor, muy alto contenido de agua, partículas de materia vegetal. (tallos, hojas, etc.)
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más del 50% se retiene en la malla Nº 200
HAGASE GRANULOMETRIA
SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más del 50% pasa por la malla Nº 200
Determínese LL y LP en el material menor que la malla Nº 40
GRAVAS (G) Más del 50 % de la fracción gruesa se retiene en la malla Nº 4
ARENAS (S) Más del 50 % de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4
L Limite líquido menor de 50
H Limite líquido mayor de 50
Menos del 5% pasa la malla Nº 200
Entre el 5% y 12% pasa la malla Nº 200
Más del 12% pasa la malla Nº200
Menos del 5 % pasa la malla Nº200
Entre el 5% y el 12% pasa la malla Nº200
Más del 12% pasa la malla Nº 200
Abajo de la "línea A" ó Ip < 4 en la carta de plasticidad
Arriba de la "línea A" con Ip entre 4 y 7 en la carta de plasticidad.
Arriba de la "línea A" con Ip en la carta de plasticidad
Abajo de la "línea A" en la carta de plasticidad
Arriba de la "línea A" en la carta de plasticidad
EXAMINESE LA CURVA GRANULOMETRICA
Casos de frontera que deben tener símbolo doble de acuerdo con sus características de plasticidad y granulometría, por ejemplo GW - GM.
Determínese LL y LP en la fracción menor que la malla Nº 40
EXAMINESE LA CURVA GRANULOMETRICA
Casos de frontera que deben tener símbolo doble de acuerdo con sus características de plasticidad y granulometría, por ejemplo SW-SM.
Determínese LL y LP en la fracción menor que la malla Nº 40
Color, olor, posiblemente LL y LP en el suelo secado en horno
Color, olor, posiblemente LL y LP en el suelo secado en horno
Bien Graduados
Mal Graduados
Abajo de la "línea A" ó Ip<4 en la carta de plasticidad
Arriba de la "línea A" con Ip entre 4 y 7 en la carta de plasticidad
Arriba de la "línea A" con Ip>7 en la carta de plasticidad.
Bien Graduados
Mal Graduados
Abajo de la "línea A" ó Ip<4 en la carta de plasticidad
Arriba de la "línea A" con Ip entre 4 y 7 en la carta de plasticidad
Arriba de la "línea A" con Ip>7 en la carta de plasticidad
Orgánicos
Inorgánicos
Inorgánicos
Orgánicos
GW
GP
GM
GM-GC
GC
SW
SP
SM
SM-SC
SC
OL
ML
ML-CL
CL
MH
OH
CH
NOTA – Los tamaños de las mallas son de la U S Estándar

IPN ESIA	DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS INGENIERIA EXPERIMENTAL	NUM

ANALISIS GRANULOMETRICO

Obra ____________________ Localización: ____________________

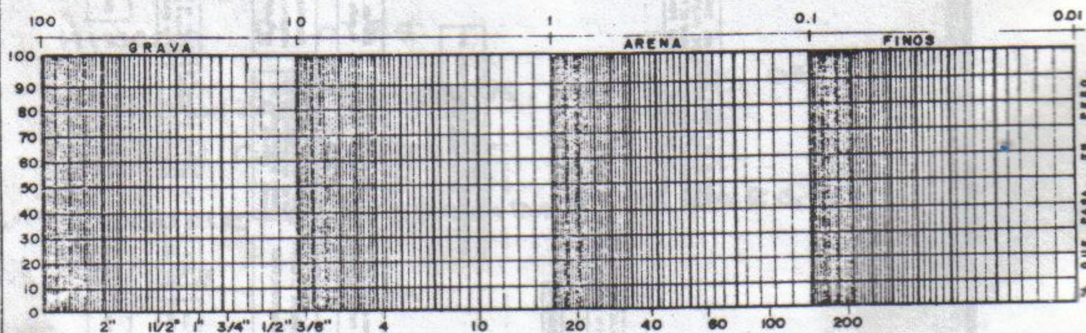
Sondeo Nº: ____________________

Muestra ____________________

Profundidad ____________________

	RET Nº 4	PASA Nº 4
POR CIENTO		
TARA + MUESTRA HUMEDA		
TARA + MUESTRA SECA		
PESO AGUA		
PESO TARA		
PESO MUESTRA SECA		
CONTENIDO DE HUMEDAD		

MALLA Nº	ABERTURA m.m.	PESO SUELO RETENIDO gr.	POR CIENTO RETENIDO PARCIAL %	POR CIENTO QUE PASA %	MALLA Nº	ABERTURA m.m.	PESO SUELO RETENIDO gr.	POR CIENTO RETENIDO PARCIAL %	POR CIENTO QUE PASA %
2"	50.80				10	2.000			
11/2"	36.10				20	0.840			
1"	25.40				40	0.420			
3/4"	19.05				60	0.248			
1/2"	12.70				100	0.149			
3/8"	9.52				200	0.074			
Nº 4	4.75				PASA 200				
PASA Nº					SUMA				
SUMA									



D_{10} = ______ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ = ______ = ______ 3" = ______ %

D_{30} = ______ G = ______ %

D_{60} = ______ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ = ______ = ______ S = ______ %

F = ______ %

CLASIFICACION SUCS: ____________________

Alumno ____________________ Bol. ______ Fecha ______

ENSAYE 

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

INTRODUCCION

LOS SUELOS DEPENDIENDO DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE POSEAN Y DE SUS CARACTERISTICAS FISICAS PUEDEN SER EN MENOR O MAYOR ESCALA DEFORMABLES. ASI MISMO, ESTA EN FUNCION DE SU RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE. POR EJEMPLO LA ARCILLA A MEDIDA QUE VA PERDIENDO SU CONTENIDO DE HUMEDAD SU RESISTENCIA SE INCREMENTA INICIALMENTE LLEGANDO A UN ESTADO PLASTICO, SI EL PROCESO CONTINUA HASTA ALCANZAR EL MATERIAL UN ESTADO SOLIDO SU RESISTENCIA AL ESFUERZO RESULTA MAYOR.

ATTERBERG, EN FORMA EXPERIMENTAL PROPUSO 4 ESTADOS POR LOS QUE PUEDEN PASAR LOS SUELOS AL IR DISMINUYENDO SU CONTENIDO DE HUMEDAD, DEFINIENDO 3 FRONTERAS, A LAS QUE LLAMO LIMITES DE CONSISTENCIA (LL, LP, LC).

SEMI-LIQUIDO

———— L.L } L.L − L.P = Ip

PLASTICO

———— L.P

SEMI- SOLIDO } L.P − L.C = Ic

———— L.C

SOLIDO

L.L = LIMITE LIQUIDO

L.P = LIMITE PLASTICO

L.C = LIMITE DE CONTRACCION

Ip = INDICE DE PLASTICIDAD

Ic = INDICE DE CONTRACCION

OBJETIVO: DETERMINAR LOS LIMITES LIQUIDO, PLASTICO Y DE CONTRACCION. CLASIFICAR EL MATERIAL. OBTENER EL INDICE DE FLUIDEZ Y TENACIDAD.
COMPARAR LOS VALORES OBTENIDOS CON OTROS SUELOS.

DEFINICIONES: LIMITE LIQUIDO (L.L).- ES LA FRONTERA COMPRENDIDA ENTRE EL ESTADO SEMI-LIQUIDO Y PLASTICO, DEFINIENDOSE COMO EL CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REQUIERE UN SUELO PREVIAMENTE REMOLDEADO, EN EL QUE AL DARLE UNA FORMA TRAPECIAL SUS TALUDES FALLEN SIMULTANEAMENTE, CERRANDOSE LA RANURA LONGITUDINALMENTE 13mm, SIN RESVALAR EN SUS APOYOS, AL SUFRIR EL IMPACTO DE 25 GOLPES CONSECUTIVOS (DE 2 POR SEGUNDO) EN LA COPA DE CASAGRANDE, SIENDO SU ALTURA DE CAIDA 1cm.

EL LIMITE LIQUIDO SE DEFINE TAMBIEN COMO EL CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REQUIERE UN SUELO PARA PRESENTAR UNA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE APROXIMADAMENTE 27 gr/cm² INDEPENDIENTEMENTE DE SU MINERALOGIA.

LIMITE PLASTICO.-(Lp) ES LA FRONTERA COMPRENDIDA ENTRE EL ESTADO PLASTICO Y SEMI-SOLIDO. SE DEFINE COMO EL CONTENIDO DE HUMEDAD QUE POSEE UN CILINDRO DE MATERIAL EN ESTUDIO DE 11 cm DE LONGITUD Y 3.2 mm DE DIAMETRO (FORMADO AL ROLARLO CON LA MANO SOBRE UNA SUPERFICIE LISA) AL COMENZAR A SUFRIR AGRIETAMIENTOS EN SU ESTRUCTURA.

LIMITE DE CONTRACCION (LC).- ES LA DENOMINACION QUE RECIBE ARBITRARIAMENTE EL MATERIAL QUE SE ENCUENTRA ENTRE LOS ESTADOS SEMI-SOLIDO Y SOLIDO. QUEDANDO DEFINIDO SU VALOR COMO EL CONTENIDO DE HUMEDAD QUE TIENE UN SUELO EN EL CUAL TRAS UN SECADO POSTERIOR YA NO PROVOCA DISMINUCION DE VOLUMEN.

EQUIPO:

1.- BALANZA ELECTRICA CON APROXIMACION A 0.01 gr. CAPACIDAD 800 gr.
2.- CAPSULAS DE PORCELANA
3.- VIDRIOS DE RELOJ.
4.- CAPSULAS PETRI
5.- ESPATULA DE ACERO INOXIDABLE DE HOJA FLEXIBLE.
6.- COPA DE CASAGRANDE
7.- RANURADOR.
8.- MALLAS Nº4 , 40
9.- PLACA DE VIDRIO DESPULIDO DE 20 x 20 cm.
10.- HORNO CON TEMPERATURA CONSTANTE DE 105°C.

OTROS: DESECADOR, PISETA, CON AGUA DESTILADA, PIPETA, VASO DE PRECIPITADOS, PAPEL SECANTE, RECIPIENTE, PLACAS DE VIDRIO, VERNIER.

PREPARACION DE LA MUESTRA

LA MUESTRA QUE SE EMPLEA EN ESTE TIPO DE ENSAYE DE PREFERENCIA DEBE SER CRIBADA POR LA MALLA Nº40 YA SEA PARA EL METODO SECO O PARA EL METODO HUMEDO. PARA SABER CUANDO SE EMPLEA UNO U OTRO SE SOMETE A LA MUESTRA A UNA PRUEBA MUY SIMPLE QUE CONSISTE EN SECAR A

ESTUFA O EN EL HORNO EL MATERIAL.



CUANDO EL MATERIAL SE ENCUENTRA COMPLETAMENTE SECO SE PROCEDE A ENSAYAR SU RESISTENCIA EN ESTADO SECO. SI SE ROMPE CON FACILIDAD Y EL MATERIAL FINO SE CONVIERTE EN POLVO AL APRISIONARLO CON LOS DEDOS, EL ANALISIS DEBE HACERSE MEDIANTE EL METODO SECO Y CUANDO LA MUESTRA PRESENTE DIFICULTAD AL DISGREGARSE ES RECOMENDABLE EL METODO HUMEDO.

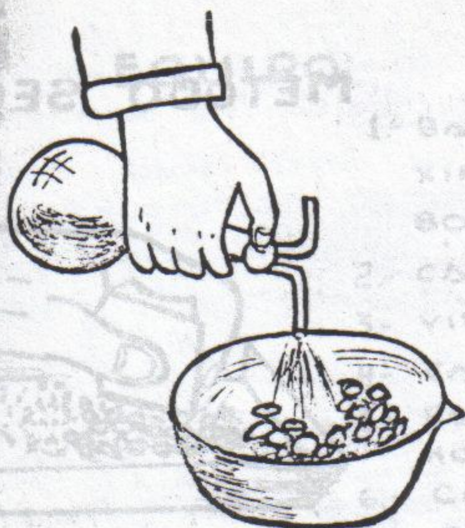
METODO SECO



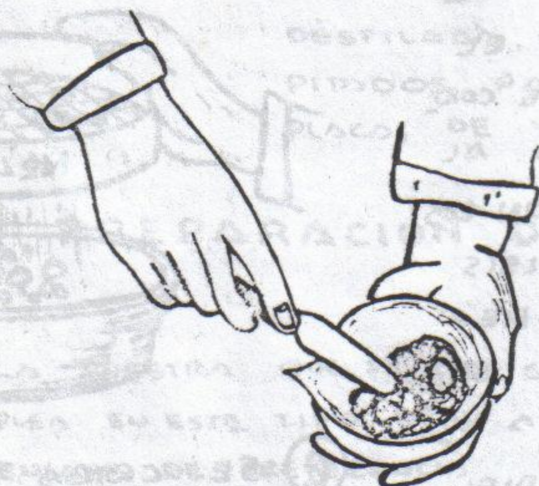
① SE DISGREGAN 200gr. DE MATERIAL CON LA AYUDA DE UN MAZO.



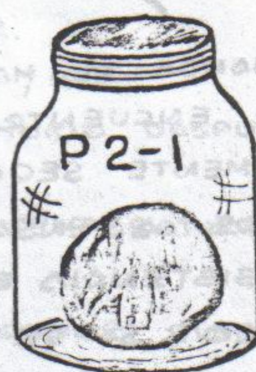
② SE CRIBA LA MUESTRA ATRAVEZ DE LA MALLA Nº 40, DESCARTANDO EL MATERIAL QUE HA QUEDADO RETENIDO.

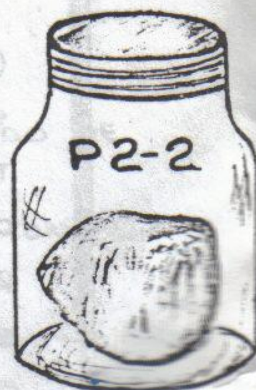


(3) MEDIANTE UNA PISETA O PIPETA SE AGREGA AGUA AL MATERIAL



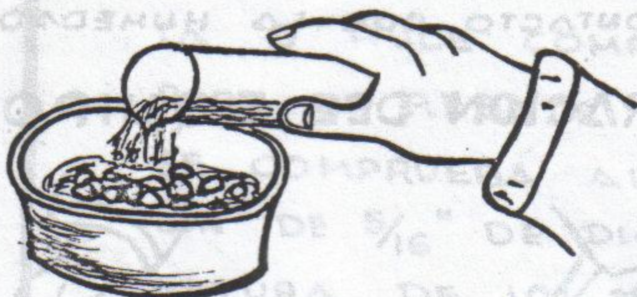
(4) CON UNA ESPATULA SE REMOLDEA EL MATERIAL PROCURANDO HOMOGENISARLO HASTA QUE ADQUIERA UNA CONSISTENCIA ESPESA, DE APROXIMADAMENTE 12 GOLPES AL HACER EL ENSAYE DEL LIMITE LIQUIDO.



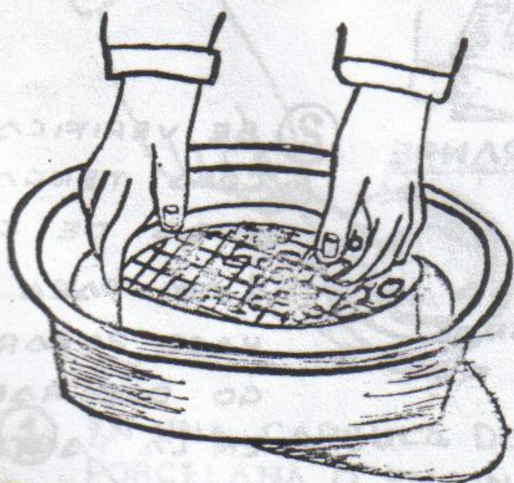


(5) EL MATERIAL HUMEDECIDO SE DEPOSITA EN FRASCOS DE VIDRIO DEJANDOSE REPOSAR 24 hr. CON EL OBJETO DE UNIFORMIZAR LA HUMEDAD.

METODO HUMEDO



① SE DESMENUZA LA MUESTRA EN UN RECIPIENTE DEJANDOSE REMOJAR HASTA QUE EL MATERIAL SE DISGREGUE TOTALMENTE.



② EL MATERIAL SE CRIBA POR LA MALLA Nº 40 (LA MUESTRA DEBE QUEDAR BIEN LAVADA)

③ LA MUESTRA QUE CONTINUA ESTUDIANDOSE SE DEJA EVAPORAR HASTA ADQUIRIR UNA CONSISTENCIA SUAVE.



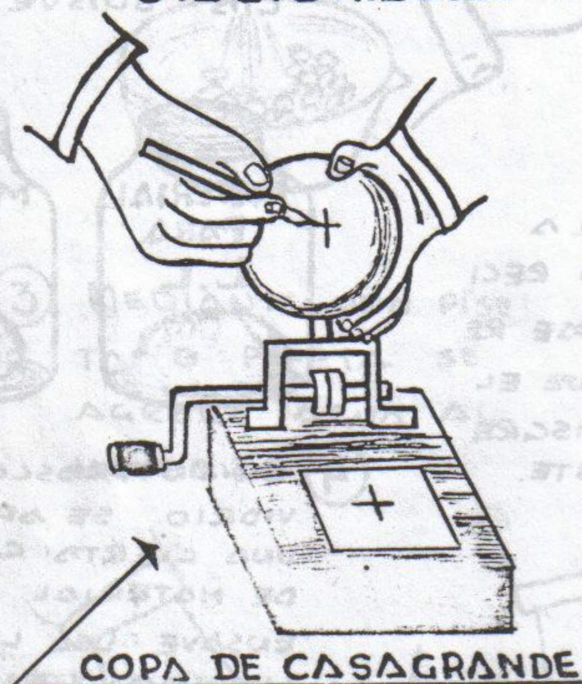


④ EN UN FRASCO DE VIDRIO SE APARTA UNA CIERTA CANTIDAD DE MATERIAL PARA EL ENSAYE DEL LIMITE LIQUIDO Y EN OTRO SE VACIA MATERIAL CON CONTENIDO DE HUMEDAD MENOR AL PRIMERO (LIGERAMENTE SUPERIOR AL LIMITE PLASTICO), EMPLEANDOSE PARA LA DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO. AMBOS MATERIALES SE DEJAN REPOSAR

A.L.H.C

UN TIEMPO RELATIVAMENTE INFERIOR AL DEL METODO SECO, DEBIDO A QUE EL MATERIAL HA ESTADO EN CONTACTO CON LA HUMEDAD

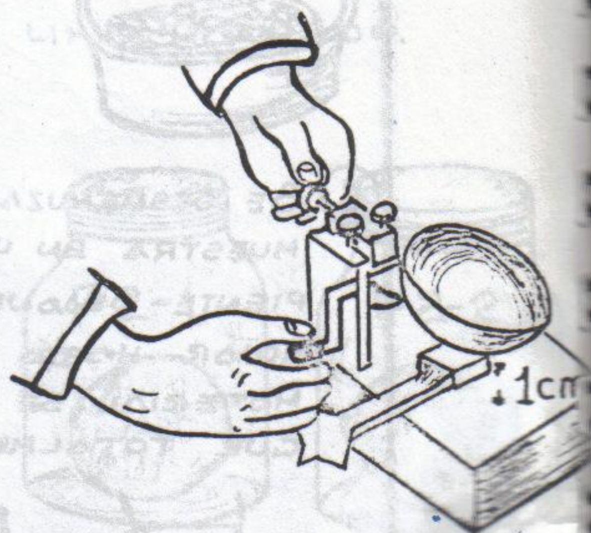
CALIBRACION DEL EQUIPO



COPA DE CASAGRANDE

ANTES DE INICIAR LA PRUEBA SE CALIBRA LA COPA DE CASAGRANDE EN LA SIGUIENTE FORMA.

1. CON UN LAPIZ SE MARCA UNA CRUZ EN EL CENTRO DE LA COPA. LA POSICION DE ESTE PUNTO QUEDA DEFINIDA AL GOLPEARSE LA COPA CON SU BASE.

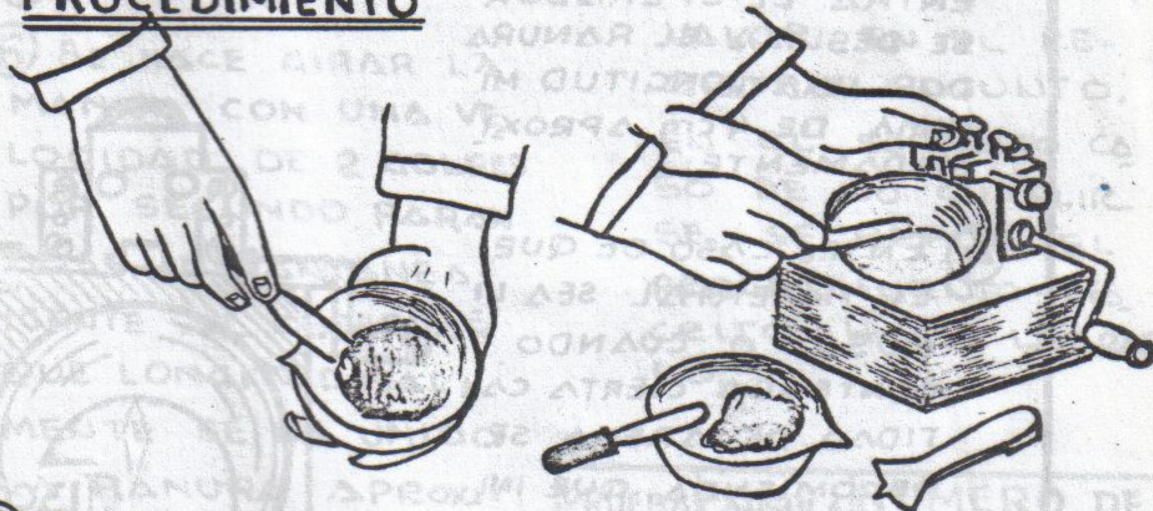


2. SE VERIFICA QUE LA COPA TENGA UNA ALTURA DE CAIDA DE 1 cm. PARA ELLO SE HACE PASAR EL MANGO DEL RANURADOR EN LA PARTE INFERIOR DE LA COPA CUANDO ESTA SE ENCUENTRE EN SU MAXIMA ALTURA. UNA VEZ QUE SE HA LOGRADO ESTO SE SUJETAN LOS TORNILLOS.

③ DEBE VERIFICARSE EL REBOTE DE LA COPA EN SU BASE, PARA ELLO ES NECESARIO COMPROBAR SI LA BASE DE MICARTA O HULE COMPRIMIDO ES EFECTIVA PARA EL REBOTE DE LA COPA: ESTO SE COMPRUEBA AL DEJAR CAER UN BALIN DE 5/16" DE DIAMETRO DESDE UNA ALTURA DE 10". REBOTANDO CUANDO MENOS EL 80% DE LA ALTURA FIJADA.

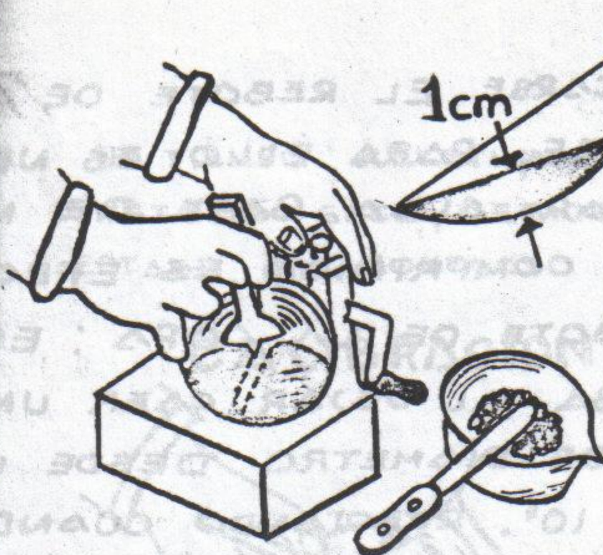
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

PROCEDIMIENTO

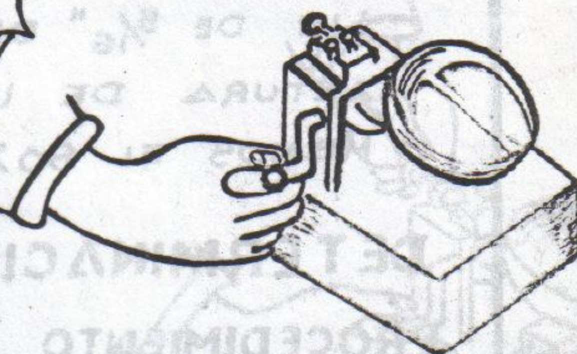


① EN UNA CAPSULA DE PORCELANA O EN UN VIDRIO LISO SE DEPOSITA LA MUESTRA REMOLDEANDOLA CON UNA ESPATULA HASTA HOMOGENIZARLA.

② SE DEPOSITAN EN LA COPA DE CASAGRANDE APROXIMADAMENTE 60 gr. DE MATERIAL, PROCEDIENDO A EFECTUAR EL ENRASE.

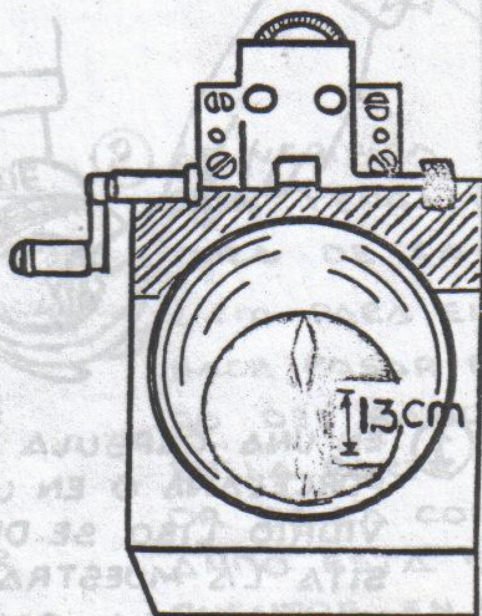


(5) ANTES DE EFECTUAR, LOS GOLPES SE REVISA QUE LA COPA Y LA BASE SE ENCUENTREN LIMPIAS Y SECAS



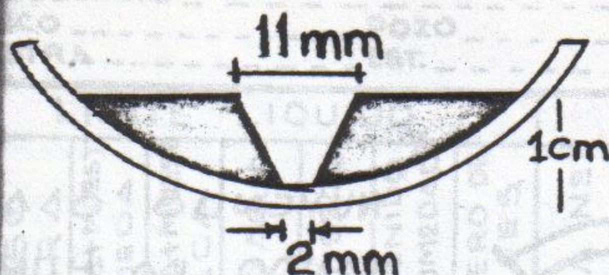
(3) DEL CENTRO DE LA MUESTRA Y DE ATRAS HACIA DONDE SE ENCUENTRA EL OPERADOR SE DESLIZA EL RANURADOR UNA LONGITUD MINIMA DE 4 cm APROXIMADAMENTE.

(4) EN EL CASO DE QUE EL MATERIAL SEA LIMOSO O CUANDO CONTENGA CIERTA CANTIDAD DE ARENA SE RECOMIENDA QUE INICIALMENTE SE HAGA UNA RANURA CON LA ESPATULA, UTILIZANDO ENSEGUIDA EL RANURADOR



RANURADOR

A. L. M. C



ANTES DEL ENSAYE



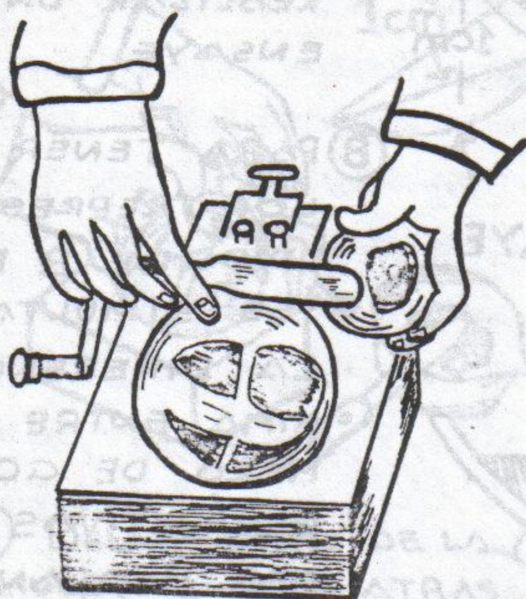
DESPUES DEL ENSAYE

⑥ SE HACE GIRAR LA MANIJA CON UNA VELOCIDAD DE 2 GOLPES POR SEGUNDO, PARANDOSE INSTANTANEAMENTE AL OBSERVAR QUE LONGITUDINALMENTE SE HA UNIDO LA RANURA APROXIMADAMENTE 1.3 cm.

⑦ CON EL MISMO CONTENIDO DE HUMEDAD QUE POSEE EL MATERIAL SE PROCEDE A REALIZAR UN NUEVO ENSAYE.

⑧ PARA TENER UN VALOR REPRESENTATIVO DE 2 ENSAYES SIMULTANEOS LA DIFERENCIA MINIMA ENTRE EL NUMERO DE GOLPES RESPECTIVOS DEBE SER UNO, ANOTANDOSE ESTE PRIMER VALOR EN EL REGISTRO ADJUNTO. EN EL SUPUESTO CASO DE NO CUMPLIRSE, SE REPITE EL PROCEDIMIENTO DESCRITO HASTA LOGRARLO.

PRUEBA Nº	CAPSULA Nº	NUMERO DE GOLPES
1	X	33
2	Y	19
3	Z	12
4	P	8



⑨ AL REALIZAR LO PROPUESTO SE TOMAN APROXIMADAMENTE 10 gr. DE LA MUESTRA QUE SE ENCUENTRA EN EL CIERRE DE LA RANURA, PROCEDIENDO A DETERMINAR SU CONTENIDO DE HUMEDAD

⑩ SE REPITEN LOS PUNTOS DEL UNO AL NUEVE DISMINUYENDO O AUMENTANDO LA HUMEDAD HASTA OBTENER CUATRO VALORES COMPRENDIDOS ENTRE OCHO Y CUARENTA GOLPES.

⑪ CON LOS VALORES OBTENIDOS (Nº DE GOLPES Y CONTENIDOS DE HUMEDAD) SE TRAZA LA CURVA DE FLUIDEZ EN UN RALLADO SEMI-LOGARITMICO.

EL LIMITE LIQUIDO QUEDA DEFINIDO POR LA ORDENADA QUE INTERSECTA LA ABSCISA DE 25 GOLPES CON LA CURVA DE FLUIDEZ DEL SUELO ANALIZADO.

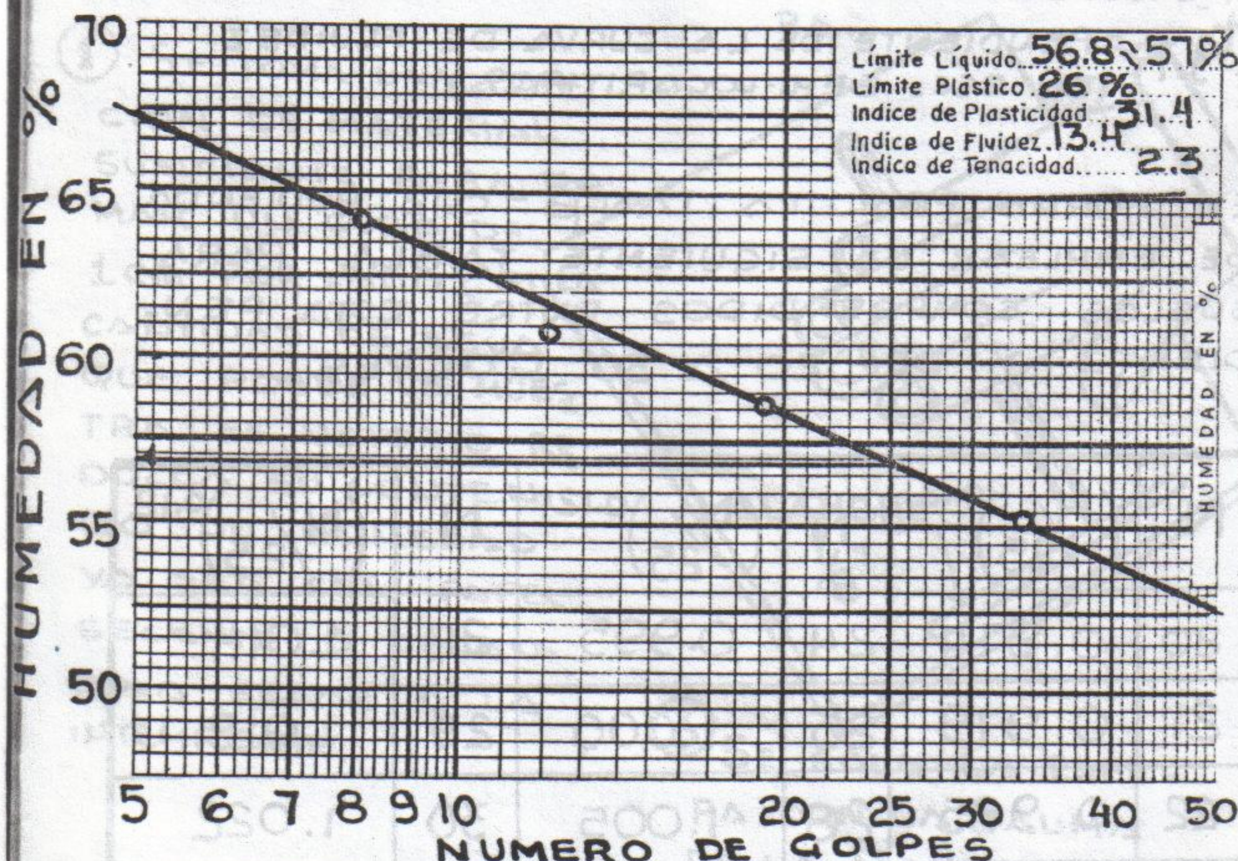
LIMITES DE CONSISTENCIA

PROCEDENCIA ______________________
BANCO ____________ POZO ________ PROFUNDIDAD _____
MUESTRA ___________ EST. ________ FECHA ______

LIMITE LIQUIDO %								LIMITE PLASTICO %						
TARA Nº	PESO TARA	TARA+MUEST HUMEDA	TARA+MUEST SECA	PESO AGUA	PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	NUMERO DE GOLPES	TARA Nº	PESO TARA	TARA+MUEST HUMEDA	TARA+MUEST SECA	PESO AGUA	PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD
X	57.21	75.03	68.69	6.34	11.47	55.3	33	L	16.00	19.29	18.62	0.66	2.61	25.6 %
Y	62.34	79.02	72.85	6.16	10.51	58.6	19	M	15.89	20.72	19.73	0.99	3.83	25.8 %
Z	64.06	78.46	73.02	5.44	8.95	60.9	12							26 %
P	63.00	80.52	73.66	6.85	10.66	64.3	8							

CLASIFICACION DEL MATERIAL

____



OPERADOR ______________________

METODO OPTATIVO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO CON UN SOLO PUNTO

ESTE PROCEDIMIENTO CONSISTE EN EMPLEAR LA FORMULA $LL = \omega_N \left(\frac{N}{25}\right)^{\tan \beta}$ EN LA QUE :

ω_N = CONTENIDO DE HUMEDAD CORRESPONDIENTE A N GOLPES.

N = NUMERO DE GOLPES NECESARIOS PARA QUE FALLE LA RANURA EN LA COPA DE CASAGRANDE

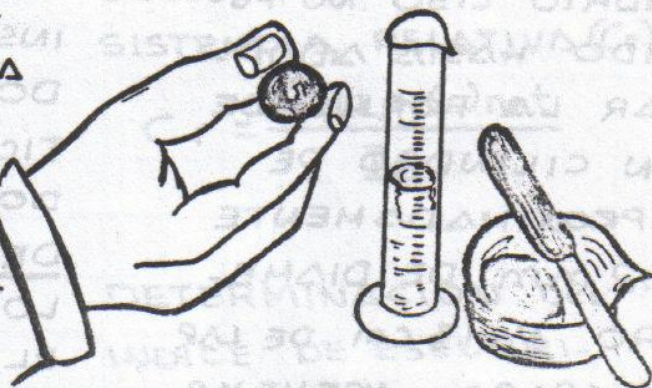
$tg\ \beta$ = PENDIENTE DE LA CURVA DE FLUIDEZ (EN ESC. SEMI-LOGARITMICA).

EN FORMA PRACTICA $\tan \beta = 0.12$ PUDIENDOSE EMPLEAR LA SIGUIENTE TABLA PARA SUELOS COMPRENDIDOS ENTRE ESTA PENDIENTE Y DE 20 A 30 GOLPES.

N	$(N/25)^{0.12}$	N	$(N/25)^{0.12}$	N	$(N/25)^{0.12}$
20	0.974	24	0.995	28	1.014
21	0.979	25	1.000	29	1.018
22	0.985	26	1.005	30	1.022
23	0.990	27	1.009		

ENSAYE DE LIMITE PLASTICO

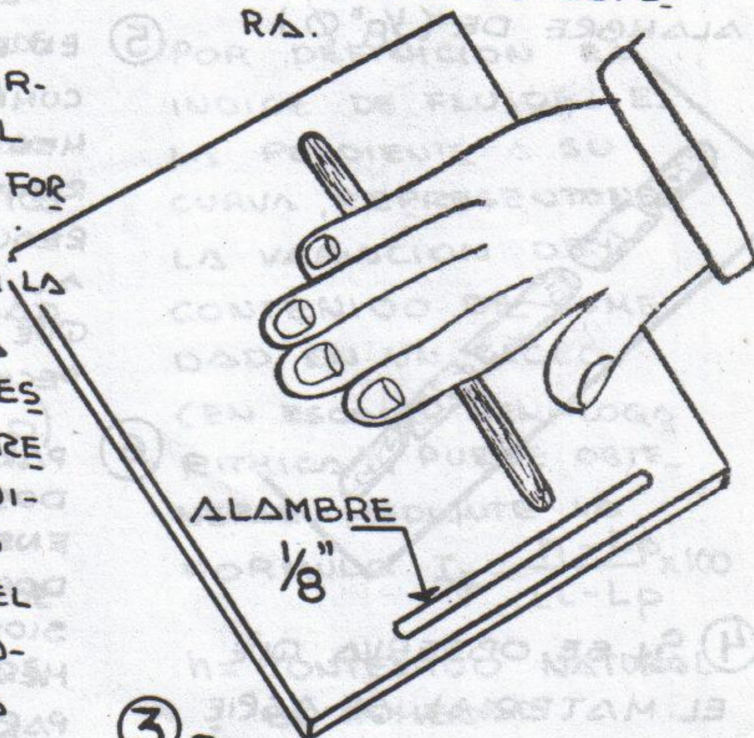
LA PREPARACION DEL MATERIAL SE EFECTUA DE MANERA SIMILAR AL DEL LIMITE LIQUIDO, POR LO TANTO ESTE SEGUNDO ESTUDIO PUEDE HACERSE SIMULTANEAMENTE



PROCEDIMIENTO

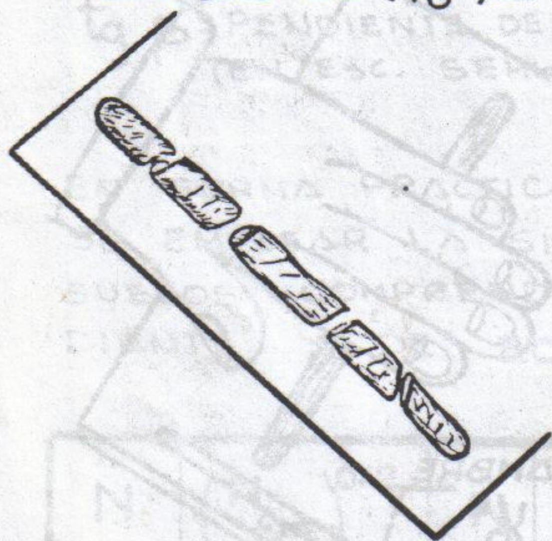
① SE TOMA UNA PORCION DE MATERIAL SUFICIENTE PARA FORMAR UN CUBO DE 1cm POR LADO (SI LA CANTIDAD DE AGUA QUE POSEE LA MUESTRA ES NOTORIO REDUZCA SU CONTENIDO DE HUMEDAD YA SEA CON PAPEL SECANTE O DEJANDOLA SECAR A LA INTEMPERIE.

② CON LOS DEDOS SE FORMA UNA ESFERA.



③ SE ROLA LA ESFERA CON LA PALMA DE LA MANO Y SO-

BRE UNA PLACA DE VIDRIO LISO NO PULIDO HASTA ADOPTAR LA FORMA DE UN CILINDRO DE APROXIMADAMENTE 3.2 mm DE DIAMETRO Y 13 cm DE LARGO. (PARA ASEMEJAR ESTAS DIMENSIONES SE COMPARA CON UN ALAMBRE DE (1/8" Ø).



④ SI SE OBSERVA QUE EL MATERIAL SE AGRIETA EN LAS DIMENSIONES FIJADAS Y QUEDA SEPARADO EN TRAMOS DE 1 cm DE LARGO, SE DICE QUE EL MATERIAL EN ESE INSTANTE HA LLEGADO A SU LIMITE PLASTICO DETERMINANDOSE SU <u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>. EL VALOR OBTENIDO ES EL REPRESENTATIVO DEL MATERIAL EN ESTUDIO.

⑤ EN EL CASO DE NO CUMPLIRSE LO ANTERIORMENTE EXPUESTO SE REPITIRA EL PROCESO REDUCIENDO HUMEDAD AL MATERIAL HASTA QUE SE CUMPLA LO ESPECIFICADO.

⑥ PARA CHECAR RESULTADOS SE REALIZAN 2 ENSAYES BIEN DEFINIDOS CON UNA PRECISION DE ± 2%, AUMENTANDO ESTE VALOR PARA SUELOS CON LP<20

NOTA: CUANDO SE ENSAYAN SUELOS ORGANICOS EL ROLAMIENTO SE

HARA CON DEMASIADO CUIDADO PARA NO SUFRIR ROMPIMIENTOS PREMATUROS.

EN EL CASO DE SUELOS CON PLASTICIDAD EXCESIVA LA PRESION APLICADA PARA LA FORMACION DEL CILINDRO DEBERA SER RELATIVAMENTE MAYOR. SIN EMBARGO DE LOS RESULTADOS REGISTRADOS EN ESTOS SUELOS PUEDE OBSERVARSE QUE NO SE AGRIETAN EN EL LIMITE PLASTICO

INDICE DE PLASTICIDAD

CALCULO DEL INDICE DE PLASTICIDAD(I_p)

$$I_p = LL - LP$$

CON LOS VALORES DE I_p Y **LL** OBTENIDOS EN EL ENSAYE CLASIFIQUE EN LA CARTA DE PLASTICIDAD EL SUELO ESTUDIADO.

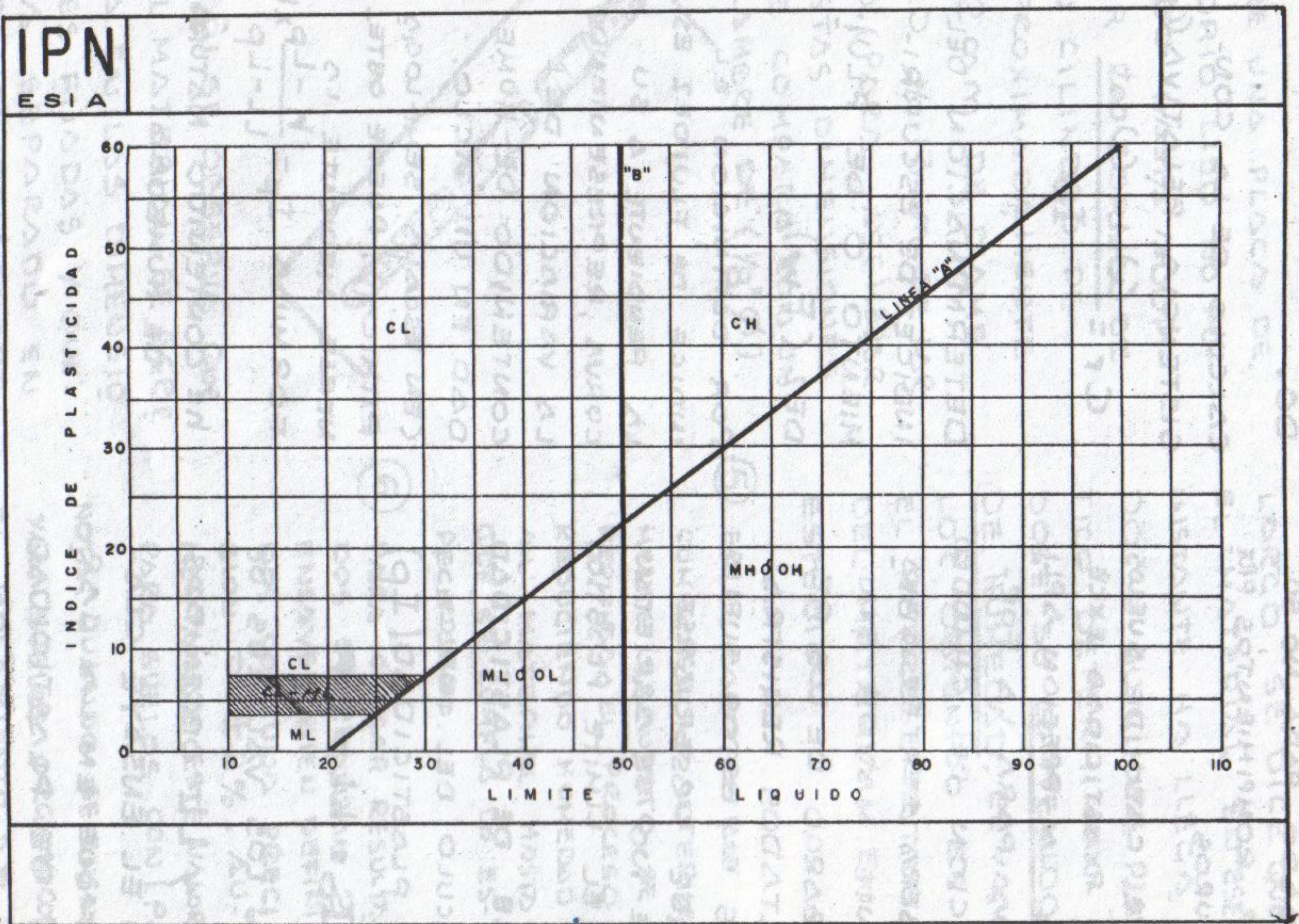
CALCULO DE LA CONSISTENCIA RELATIVA (Cr)

$$Cr = \frac{\omega_{LL} - \omega_{nat}}{I_p}$$

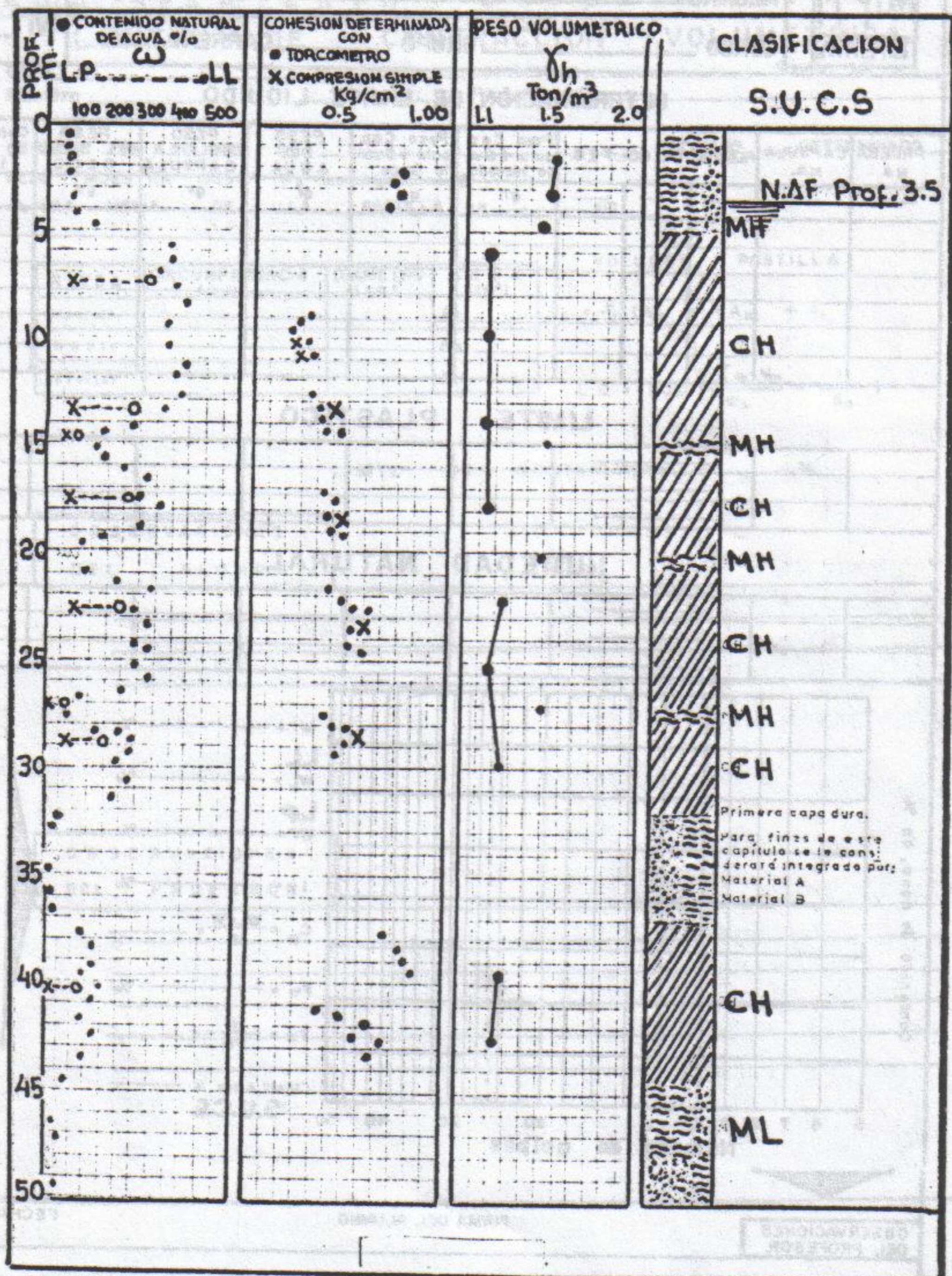
DETERMINACION DEL INDICE DE ESCURRIMIENTO O DE FLUIDEZ (Fw).

POR DEFINICION EL INDICE DE FLUIDEZ ES LA PENDIENTE A SU CURVA, REPRESENTANDO LA VARIACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN UN CICLO. (EN ESCALA SEMI-LOGARITMICA). PUEDE OBTENERSE MEDIANTE LA FORMULA $I_F = \frac{h - Lp}{LL - Lp} \times 100$

h= CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD.


IPN
ESIA
INDICE DE PLASTICIDAD
0
10
20
30
40
50
60
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
LIMITE LIQUIDO
"B"
LINEA "A"
CL
CH
MH Ó OH
ML Ó OL
CL
CL-ML
ML

RESULTADOS Y PRESENTACION



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

E.S.I.A.

ALUMNO ____________________ BOL ________

CURSO ____________ GRUPO ________ CARRERA ________

NUM ________

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO

PRUEBA Nº	CAPSULA Nº	NUMERO DE GOLPES.			Peso Capsula + Suelo Humedo	Peso Capsula + Suelo Seco	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	Contenido de agua (W)
					gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%

LIMITE PLASTICO

HUMEDAD NATURAL

Contenido de agua, en %

5 6 7 8 9 10 20 30 40 50

Número de golpes

W = ________ %

LL

WL = ________ %

Lp

WP = ________ %

Ip = ________ %

$C_R = \frac{WL - W}{Ip} =$ ________

Fw = ________ %

$Tw = \frac{Ip}{Fw} =$ ________

Clasif. sucs = ________

S.U.C.S

RESULTADO

OBSERVACIONES DEL PROFESOR

________________ FIRMA DEL ALUMNO

________________ FECHA

CALIFICACION ________

________________ FIRMA DEL PROFESOR

IPN	DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	N
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	U
ESIA	INGENIERIA EXPERIMENTAL	M

LIMITE DE CONTRACCION VOLUMETRICA

Obra ______________________ Localizacion ______________ Sondeo Nº ______

Muestra ______________________ Profundidad ______________

DENSIDAD DE SOLIDOS S_s = ______________ ESTIMADO ____ DETERMINADO ____

PESO MUESTRA SECA W_s = __________ gr

ALTURA MEDIA DE LA PASTILLA, h = __________ cm

NIVEL	CIRCUNFERENCIA (cm)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm²)
Superior			A_s
Medio			A_m
Inferior			A_i

VOLUMEN PASTILLA

$$V_p = \frac{h}{6}(A_s + 4A_m + A_i)$$

$$L.C = 100\left(\frac{\gamma_w V_m}{W_s} - \frac{1}{S_s}\right)$$

LIMITE DE CONTRACCION = __________ %

OBSERVACIONES DEL ALUMNO

____

____

____

____

OBSERVACIONES DEL PROFESOR

____

____

____

____

____

Alumno ______________________ Bol ________ Fecha ________

OBTENCION DEL INDICE DE TENACIDAD (T_ω)

$$T_\omega = \frac{I_p}{F_\omega}$$

ENSAYE DE LIMITE DE CONTRACCION

PROCEDIMIENTO.

EN ESTA PRUEBA DEBE TENERSE COMO ANTECEDENTE EL VALOR DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS (Ss)

1. DE LA MUESTRA EMPLEADA EN LOS ENSAYES ANTERIORES SE DEJA SECAR HASTA QUE PRESENTE UN CONTENIDO DE AGUA CERCANO AL LIMITE PLASTICO.

2. EMPLEE 2 RECIPIENTES PARA EL ENSAYE Y CON ACEITE DE SILICON O VASELINA EMBARRE LA PARTE INTERIOR DE CADA UNO DE ELLOS

3. DEPOSITE LA MUESTRA EN CADA RECIPIENTE, PROCURANDO QUE AL ENRASARLO NO SE PRESENTEN BURBUJAS DE AIRE.

4. EN EL CASO DE MUESTRAS INALTERADAS EL ESPECIMEN SE LABRA CUIDADOSAMENTE PROCURANDO DESLIZARLO EN EL ANILLO.

5. SE LLEVAN LAS MUESTRAS A UN CUARTO HUMEDO DEJANDOSE DESCUBIERTAS UN TIEMPO DE 12 hr.

6. ENSEGUIDA SE DEJAN SECAR LAS MUESTRAS A LA INTEMPERIE HAS

TA QUE SE OBSERVE UN CAMBIO EN SU COLOR.

7) POR ULTIMO SE SECAN EN UN HORNO (TEMP. CTE 105-110°C) DURANTE 18 Hr. (EL PROCEDIMIENTO EXPUESTO TIENE LA FINALIDAD DE IMPEDIR EL AGRIETAMIENTO DE LA MUESTRA AL TRANSCURRIR EL SECADO).

8) SE COLOCA UN PEDAZO DE PAPEL LIJA EN UNA PLACA DE VIDRIO ALISANDOSE UNICAMENTE LA PARTE SUPERIOR DE LA PASTILLA DE SUELO, DE MODO QUE QUEDE PARALELA A LA CARA INFERIOR.

9) CON UN CALIBRADOR (VERNIER) SE MIDE LA ALTURA MEDIA (h) Y EL DIAMETRO TOMANDO VARIAS LECTURAS EN PUNTOS DIFERENTES. CON UNA TIRA DE PAPEL O HILO SE MARCAN LAS CIRCUNFERENCIAS, A LA MITAD, EN LA PARTE INFERIOR Y SUPERIOR DETERMINANDOSE SUS AREAS CORRESPONDIENTES.

10) DETERMINESE EL PESO SECO DE LA MUESTRA. (Ws).

11) EL VOLUMEN DE LA PASTILLA SE OBTIENE CON LA FORMULA

$$V_p = \frac{h}{6}(A_s + 4A_c + A_i)$$

V_p = VOLUMEN DE LA PASTILLA.

A_s = AREA SUPERIOR

A_c = " CENTRAL

A_i = " INFERIOR

(12) EL LIMITE DE CONTRACCION SE CALCULA CON LA FORMULA

$$L.C = \frac{\gamma_\omega V_m}{W_s} - \frac{1}{S_s}$$

EL LIMITE DE CONTRACCION SE DETERMINA TAMBIEN EN FORMA PRACTICA CONOCIENDO EL LIMITE PLASTICO Y EL INDICE DE PLASTICIDAD CONFORME A LA EXPRESION.

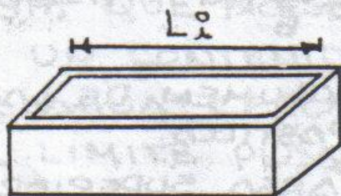
$$L.C = \frac{50\,L_p}{50 + I_p}$$

ENSAYE DEL LIMITE DE CONTRACCION LINEAL

EL LIMITE DE CONTRACCION LINEAL ES UNA PRUEBA INVENTADA POR LOS INGENIEROS DE LA SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS (S.O.P).

PROCEDIMIENTO

(1) SE DETERMINA LA LONGITUD DEL MOLDE RECTANGULAR METALICO. (APROX. 10 cm).



(2) EL MATERIAL EN ESTUDIO DEBE TENER UN CONTENIDO DE HUMEDAD CORRESPONDIENTE AL LIMITE LIQUIDO

(3) SE DEPOSITA EL MATERIAL EN EL MOLDE ENRASANDOLO CON UNA ESPATULA Y SE LE DAN UNOS GOLPES, CON EL OBJETO DE ELIMINAR LAS BURBUJAS QUE QUEDARON ATRAPADAS, OBTENIENDO A LA VEZ UN MEJOR ACOMODAMIENTO DE PARTICULAS.

(4) INTRODUZCA LA MUESTRA EN UN HORNO ELECTRICO A UNA TEMPERATURA DE 105°C, DURANTE UN TIEMPO MINIMO DE 12 hr.

(5) SE EXTRAE LA MUESTRA DEL HORNO Y SE MIDE SU LONGITUD (Lf).

EL LIMITE DE CONTRACCION LINEAL SE CALCULA CON LA EXPRESION.

$$L.C = \frac{Li - Lf}{Li} \times 100$$

L.C = Limite de contraccion lineal
L.i = Longitud inicial.
L.f = Longitud final.

PARA SABER SI LA CONTRACCION LINEAL ESTUVO BIEN REALIZADA. EL $I_p = 2.5$ A 3 (C.L)

OBSERVACIONES Y POSIBLES ERRORES QUE PUEDEN COMETERSE EN EL ENSAYE.

1.- EQUIPO INADECUADO Y DESGASTADO.

2.- QUE LA MUESTRA EN ESTUDIO NO SE ENCUENTRE CON HUMEDAD UNIFORME.

3.- ENRASE INDEBIDO EN LA COPA.

POR OTRA PARTE SE TIENE QUE LA PRESION APLICADA AL EN-

PASAR EL MATERIAL EN LA COPA, PUEDE SER DIFERENTE OCASIONANDO UN MAYOR O MENOR ACOMODAMIENTO. ESTO TRAE COMO CONCECUENCIA DISCREPANCIAS EN EL NUMERO DE GOLPES.

4.- MALA SINCRONIZACION AL ESTAR EFECTUANDO LOS GOLPES EN LA COPA.

5.- EN EL CASO DE QUE LOS SUELOS EN ESTUDIO CONTENGAN CIERTA CANTIDAD DE ARENA, FACILITARA EL DESLIZAMIENTO EN LA SUPERFICIE DE LA COPA UNIENDO LA RANURA DE 2mm. MAS RAPIDO. POR LO TANTO, RESULTA INADECUADO A LO ESPECIFICADO

6.- QUE LA MUESTRA REPRESENTATIVA NO SE ENCUENTRE DEBIDAMENTE PROTEGIDA, PUDIENDO OCASIONAR PERDIDA DE MATERIAL, TANTO EN EL LIMITE LIQUIDO COMO EN EL PLASTICO.

7.- QUE NO SE JUSTIFIQUE PARA CADA ENSAYE EL MISMO NUMERO DE GOLPES AL REALIZAR UN 2º ENSAYE. ESTO PUEDE DAR INDICIOS DE CARACTERISTICAS ANORMALES EN EL MATERIAL.

8.- EQUIVOCACION EN EL Nº DE GOLPES

9.- MUESTRAS QUE NO LLEGAN A UN AGRIETAMIENTO COMPLETO EN LA DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO.

10.- PRESENCIA DE BURBUJAS DE AIRE EN EL INTERIOR DE LA MUESTRA, DURANTE EL ENSAYE DEL LIMITE DE CONTRACCION.

LOS ENSAYES QUE SE LLEVAN A CABO PARA DETERMINAR LOS LIMITES DE ATTERBERG, SON NECESARIOS PARA PODER CLASIFICAR A LOS SUELOS. ADEMAS DE PENDIENDO DEL LUGAR DONDE SE ENCUENTREN EN LA CARTA DE PLASTICIDAD, NOS PUEDEN DAR INDICIOS EN FORMA CUALITATIVA DE LA RESISTENCIA DEL MATERIAL, ASI COMO DE SU DEFORMABILIDAD. ESTO SE JUSTIFICA DEBIDO A QUE LOS VALORES OBTENIDOS QUEDAN EXPRESADOS EN CONTENIDOS DE HUMEDAD.

OBSERVACIONES Y APLICACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS.

a).- LA CURVA DE FLUIDEZ NOS INDICA EN FORMA CUALITATIVA LA RESISTENCIA QUE TIENE EL MATERIAL EN EL LIMITE PLASTICO, O SEA DEPENDIENDO DE LA PENDIENTE QUE ADOPTE LA CURVA, PIVOTEANDO EN EL LIMITE LIQUIDO, SE TENDRAN SUELOS CON MENOR RESISTENCIA EN EL LIMITE PLASTICO, A MEDIDA QUE LA PENDIENTE SEA MAYOR, EN CAMBIO CUANDO LA PENDIENTE ES CADA VEZ MENOR LOS SUELOS SON MAS RESISTENTES EN EL LIMITE PLASTICO O SEA:

SI LA PENDIENTE SUBE, LA TENACIDAD BAJA Y EL MATERIAL SE AGRIETA MAS, POR LO QUE LA RESISTENCIA ES BAJA.

SI LA PENDIENTE BAJA, LA TENACIDAD SE INCREMENTA Y EL MATERIAL SE AGRIETA MENOS, POR LO TANTO LA RESISTENCIA AUMENTA.

POR LO ANTERIOR LA RESISTENCIA DE LA ARCILLA EN EL LIMITE PLASTICO ES UNA MEDIDA DE LA TENACIDAD, LA CUAL SE PUEDE DETERMINAR CUALITATIVAMENTE MEDIANTE SU INDICE DE TENACIDAD. ESTOS VALORES SON DE GRAN UTILIDAD AL EXPLORAR LOS BANCOS DE MATERIAL.

EL INDICE DE TENACIDAD SE ENCUENTRA COMPRENDIDO ENTRE 1 y 3

b) CUANDO SE TIENE CONOCIMIENTO DE QUE EL MATERIAL ESTUDIADO SE ENCUENTRA NORMALMENTE CONSOLIDADO, CON EL VALOR DEL LIMITE LIQUIDO SE PUEDE CALCULAR EN FORMA ACEPTABLE EL ASENTAMIENTO PROBABLE QUE PUEDE SUFRIR UNA ESTRUCTURA, SIN HACER PRUEBAS DE CONSOLIDACION CONFORME A LA EXPRESION.

$$\lambda = H \frac{C_c}{1+e_0} \lg_{10} \frac{P_0+\Delta p}{P_0}$$

$C_c = 0.009(LL-10)$

C_c = Indice de compresibilidad

c) EN EL CUERPO DEL TERRAPLEN Y EN LA SUB-RASANTE NO DEBEN USARSE MATERIALES CON LL > A 100%

ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES EN BASE AL LIMITE DE CONTRACCION LINEAL

SUB-BASE	BASE	CARPETA ASFALTICA
4	2	
4.5	3	> 2
6.5	4.5	

———— o ————

MATERIAL: ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD (CON CARACTERISTICAS DE EXPANSIBILIDAD)

CAMINOS

EN EL CASO DE CONSTRUIR CAMINOS CON ESTE TIPO DE MATERIAL, RESULTA INDESEABLE, PUES SUS CARACTERISTICAS DE PLASTICIDAD IMPIDEN UNA COMPACTACION ADECUADA.

LAS SOLUCIONES ADOPTADAS SON:

1. CONSTRUIR UN PEDRAPLEN, SI ES QUE NO SE CUENTA CON OTRO MATERIAL.
2. SATURAR EL MATERIAL HASTA LOGRAR SU MAXIMA EXPANSIVIDAD, COLOCANDO ENSEGUIDA UNA CAPA DE MATERIAL IMPERMEABLE

TALUDES

CUANDO EL MATERIAL SE ENCUENTRA EN ESTADO HUMEDO GARANTIZA SU ESTABILIDAD, SIN EMBARGO, CUANDO SE SECA PRESENTA AGRIETAMIENTOS, TRAYENDO COMO CONCECUENCIA DERRUMBES EN LOS CAMINOS.

PRESAS FLEXIBLES

SI EL MATERIAL EN ESTUDIO SE ENCUENTRA EN LA CIMENTACION

DE UNA PRESA, HABRA QUE EXPLORAR HASTA VERIFICAR SU ESPESOR.

UN ASPECTO IMPORTANTE EN EL MATERIAL (ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD) ES SU DEFORMABILIDAD, SUFRIENDO ASENTAMIENTOS NOTABLES Y ADEMAS SU BAJA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE PROVOCARA EN LA CIMENTACION UNA BAJA CAPACIDAD DE CARGA. ESTO OCASIONARA UN ESTUDIO MINUCIOSO DE 2 a 3 VECES LA BASE DE LA CIMENTACION COMO PROFUNDIDAD MINIMA.

EN EL CASO DE QUE ESTE MATERIAL SE COLOQUE EN LA CORTINA DE UNA PRESA, DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS DE COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIBILIDAD, SE DEBERA TENER CUIDADO DE PROTEGER DEBIDAMENTE LA CORONA, YA QUE EN ESTE LUGAR SE REGISTRA LA MAYOR PARTE DE LAS DEFORMACIONES.

CANALES

EL ESTUDIO DE CANALES EN LO REFERENTE A LA PLASTICIDAD DEL MATERIAL PRACTICAMENTE AYUDA A IMPEDIR EL FLUJO DEL AGUA, PERO EN LO QUE RESPECTA A EXPANSIBILIDAD SE RECOMIENDA EN SUBSTITUIRLO. SI ES QUE SE VA A COLOCAR ESTRUCTURA IMPERMEABLE.

TUNELES

EN EL CASO DE CONSTRUIR TUNELES A TRAVES DE ESTE TIPO DE MATERIAL, LA FORMA DE ATACARLO SERA A BASE DE UN ESCUDO Y AIRE COMPRIMIDO

ESTRUCTURAS URBANAS

SI EL PESO DE LA ESTRUCTURA POR CONSTRUIR ES CONSIDERABLE, OBLIGARA AL PROYECTISTA A PENSAR EN UNA CIMENTACION COMPENSADA O PROFUNDA A BASE DE PILAS O PILOTES.

A.L.M.C

ENSAYE 

PESO ESPECIFICO RELATIVO O DENSIDAD DE SOLIDOS

INTRODUCCION. EL PESO ESPECIFICO RELATIVO ES UNA PROPIEDAD INDICE QUE DEBE DETERMINARSE A TODOS LOS SUELOS, DEBIDO A QUE ESTE VALOR INTERVIENE EN LA MAYOR PARTE DE LOS CALCULOS RELACIONADOS CON LA MECANICA DE SUELOS, EN FORMA RELATIVA, CON LOS DIVERSOS VALORES DETERMINADOS EN EL LABORATORIO, PUEDEN CLASIFICARSE ALGUNOS MATERIALES.

GENERALMENTE LA VARIACION DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS ES DE 2.60 A 2.80, AUNQUE EXISTEN EXCEPCIONES COMO EN EL CASO DE LA TURBA EN LA QUE SE HAN REGISTRADO VALORES DE 1.5 Y AUN MENORES, DEBIDO A LA PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA. EN CAMBIO EN SUELOS CON CIERTA CANTIDAD DE MINERALES DE HIERRO LA DENSIDAD DE SOLIDOS HA LLEGADO A 3.

CON LA DENSIDAD DE SOLIDOS (S_s), EL CONTENIDO DE HUMEDAD (ω) Y EL PESO VOLUMETRICO NATURAL (γ_m) SE PUEDE CALCULAR CUALQUIER RELACION GRAVIMETRICA Y VOLUMETRICA QUE SE DESEE, TOMANDO EN CUENTA EL ESTADO DEL MATERIAL (SECO, PARCIALMENTE SATURADO, SATURADO)

OBJETIVOS.
a).- OBTENER UNA CURVA DE CALIBRACION REPRESENTATIVA DE UN MATRAZ AFORADO.
b).- DETERMINAR LA DENSIDAD DE SOLIDOS, EN SUELOS FINOS (COHESIVOS Y SIN COHESION).
c).- DETERMINAR LA DENSIDAD EN SUELOS GRUESOS (GRAVAS)
d).- COMPROBAR LOS RANGOS DE VARIACION EN CADA PROCEDIMIENTO.

DEFINICION: LA DENSIDAD DE SOLIDOS SE DEFINE COMO LA RELACION QUE EXISTE ENTRE EL PESO DE DE LOS SOLIDOS Y EL PESO DEL VOLUMEN DEL AGUA DESALOJADO POR LOS MISMOS.

S_s = DENSIDAD DE SOLIDOS

$$S_s = \frac{W_s}{V_s} = \frac{W_s}{\frac{W_s + W_{mwf} - W_{mwfs}}{V_s}}$$

W_s: PESO DE LOS SOLIDOS

V_s: VOLUMEN DE LOS SOLIDOS

W_{mwf}: PESO DEL MATRAZ AFORADO

W_{mwfs}: PESO DEL MATRAZ AFORADO CON SOLIDOS.

SE ENTIENDE POR MATERIAL SOLIDO TODO AQUEL QUE HA PASADO ATRAVES DE LA MALLA Nº 40.

EQUIPO:

1.- BALANZA DE TORSION O ELECTRICA

2.- MATRAZ AFORADO, DE 500 cm^3 DE CAPACIDAD.

3.- TERMOMETRO DE 0° A 100° C, GRADUADO EN 0.1 DE GRADO.

4.- VASO DE PRECIPITADOS DE 400 cm^3.

5.- PROBETA GRADUADA DE 500 cm^3

6.- PIPETA O GOTERO

7.- SOLUCION PARA DISOLVER GRASAS (MEZCLA CROMICA).

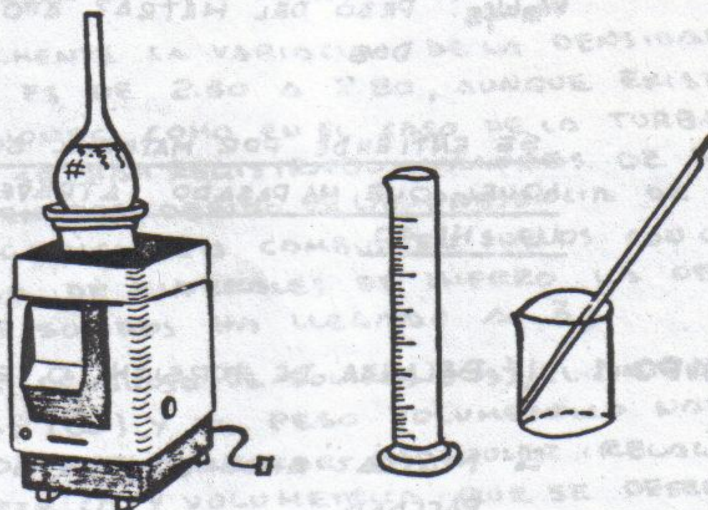
8.- ALCOHOL DE 96°

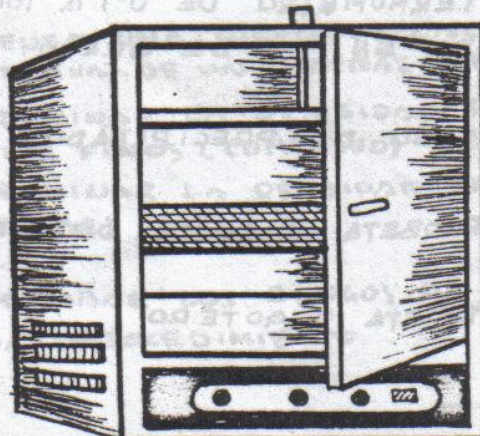
9.- PARRILLA ELECTRICA

10.- TROMPA DE VACIOS O BOMBA DE VACIOS

11.- HORNO, TEMPERATURA (105° - 110°C)

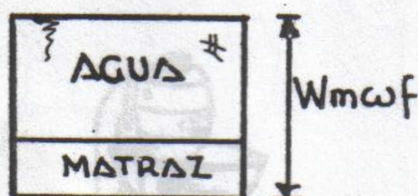
12.- AGITADOR MECANICO.





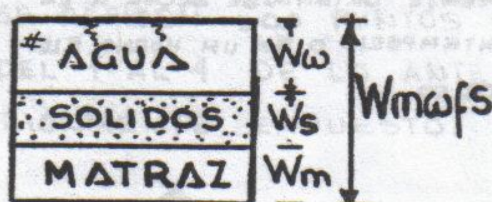
DEDUCCION DE LA FORMULA PARA OBTENER LA DENSIDAD DE SOLIDOS.

LA DENSIDAD DE SOLIDOS SE DETERMINA EN EL LABORATORIO MEDIANTE UN MATRAZ (PREVIAMENTE CALIBRADO), EL CUAL SE LLENA CON AGUA DESTILADA HASTA SU MARCA DE AFORO Y POSTERIORMENTE CON AGUA DESTILADA Y SOLIDOS. CON LA FINALIDAD DE OBTENER UN VALOR REPRESENTATIVO, SE PROCEDE A ELIMINAR EL AIRE ATRAPADO ENTRE LAS PARTICULAS DE SUELO, YA SEA POR EBULLISION O EXPONIENDO LA SUSPENSION AL VACIO. PARA OBTENER LA DENSIDAD DE SOLIDOS SE DEBE TRABAJAR EN AMBOS CASOS CON LA MISMA TEMPERATURA. EN FORMA ESQUEMATICA SE TIENE:



(1)

Matraz con agua destilada hasta su marca de aforo.



(2)

Matraz con agua destilada y solidos hasta su marca de aforo.

W_m = Peso neto del matraz.
W_s = Peso de los solidos.
W_ω = Peso del agua.

$W_{\omega DS}$ = Peso del agua desplazada por los solidos
$W_{m\omega f}$ = Peso del matraz aforado con agua.
$W_{m\omega fs}$ = Peso del matraz aforado con agua y solidos.

RESTANDO (2)-(1)

$$W_{m\omega fs} - W_{m\omega f} = W_s - W_{\omega DS} \quad (3)$$

$$W_{\omega DS} = V_s$$

$$S_s = \frac{W_s}{V_s \gamma_o} \therefore V_s \gamma_o = \frac{W_s}{S_s} = W_{\omega DS} \quad (5)$$

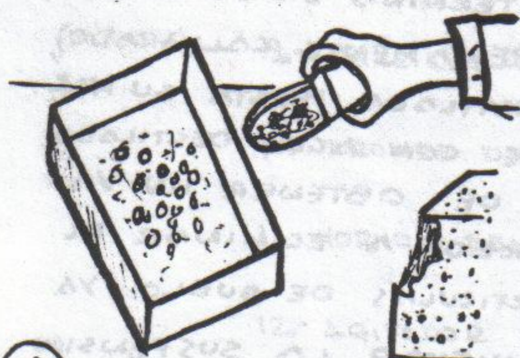
Sust. (5) en (3)

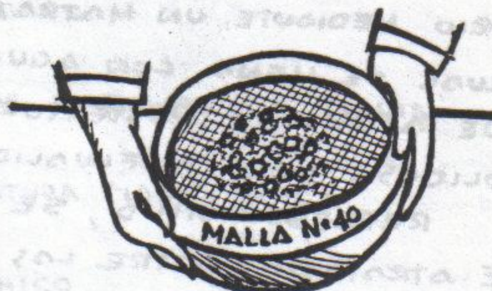
$$W_{m\omega fs} - W_{m\omega f} = W_s - \frac{W_s}{S_s}$$

$$\boxed{S_s = \frac{W_s}{W_{m\omega f} + W_s - W_{m\omega fs}}}$$

A.S.M.C

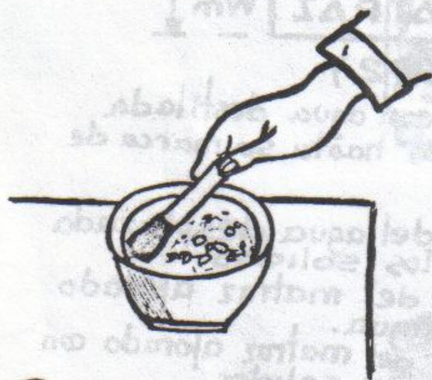
PREPARACION DE LA MUESTRA SUELOS COHESIVOS





① DE LA MUESTRA TRAIDA DEL CAMPO, SE TOMA UNA PORCION REPRESENTATIVA, LA CUAL SE VACIA EN UNA CHAROLA O RECIPIENTE DEJANDOSE SECAR A LA INTEMPERIE O EN UN HORNO ELECTRICO.

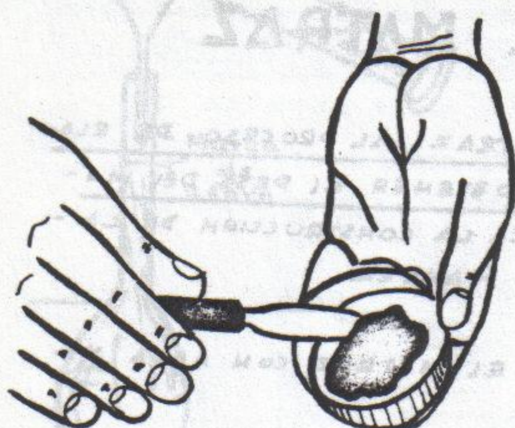
③ LA MUESTRA QUE HA SIDO DISGREGADA SE CRIBA POR LA MALLA Nº 40.





② CUANDO EL MATERIAL SE ENCUENTRA SECO SE PROCEDE A DISGREGARLO EN UN MORTERO

④ APROXIMADAMENTE SE PESAN 60 gr. DE MATERIAL.



A INCREMENTAR AGUA DESTILADA, HASTA FORMAR UNA SUSPENSION APROXIMADAMENTE DE 250 cm^3 (LA MEZCLA DEBE AGITARSE DURANTE UN TIÈMPO DE 15 MINUTOS.

(5) DEPOSITE EN UNA CAPSULA LA MUESTRA MEZCLANDOLA CON AGUA DESTILADA HASTA FORMAR UNA PASTA UNIFORME.



(6) EN SEGUIDA LA PASTA SE VACIA EN UN MEZCLADOR MECANICO (BATIDORA) PROCEDIENDO

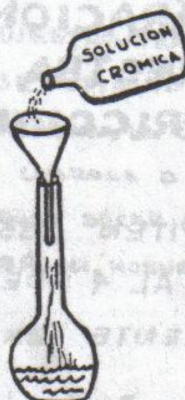
PREPARACION DE LA MUESTRA EN SUELOS FRICCIONANTES.

SE REPITEN LOS PUNTOS DEL 1 AL 4 DE LO ANTERIORMENTE EXPUESTO.

CALIBRACION DEL MATRAZ

SE ENTIENDE POR CALIBRAR UN MATRAZ AL PROCESO DE ELABORAR UNA GRAFICA QUE NOS PERMITA OBTENER EL PESO DEL MATRAZ A DIVERSAS TEMPERATURAS, PARA LA CONSTRUCCION DE LA MISMA SE PROCEDE DE LA SIGUIENTE MANERA.

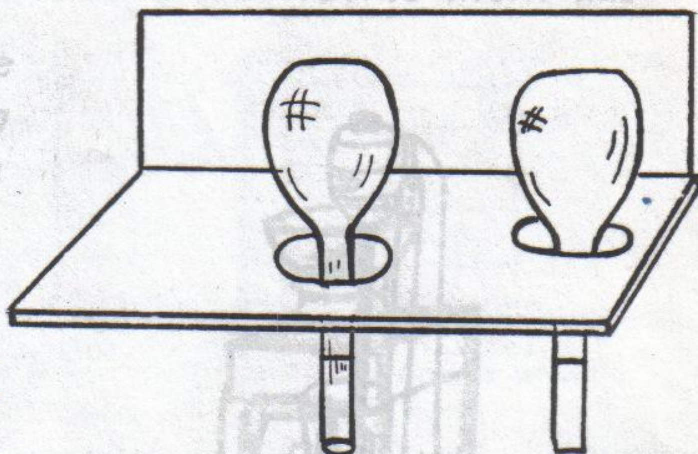
(a) LIMPIEZA DEL MATRAZ, LAVE EL MATRAZ CON AGUA Y DETERGENTE.



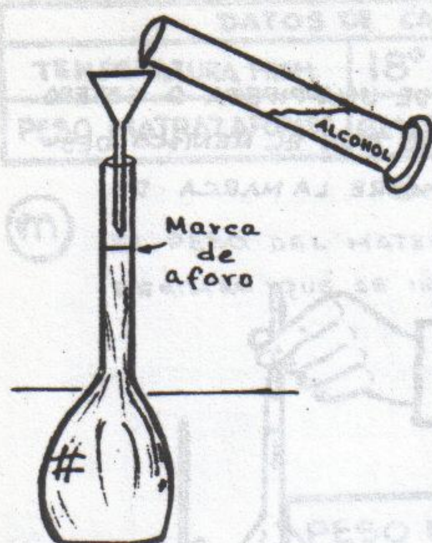
(b) AGREGUE CIERTA CANTIDAD DE SOLUCION CROMICA (MEZCLA FORMADA CON DICROMATO DE POTACIO 60 gr), ACIDO SULFURICO 460 cm^3 Y 300 cm^3 DE AGUA DESTILADA.

PUEDEN EMPLEARSE OTROS SOLVENTES TALES COMO ALCOHOL, ACETONA, ACIDO CLORHIDRICO DILUIDO, EL TIEMPO QUE SEAN NECESARIO CON EL OBJETO DE DISOLVER TODAS LAS GRASAS E IMPUREZAS ADHERIDAS EN SU INTERIOR.

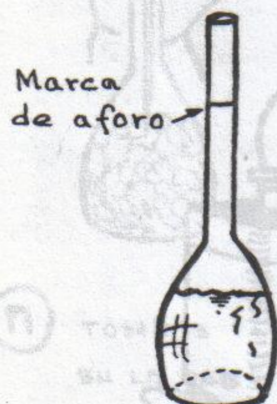
(c) ENJUAGUE EL MATRAZ CON AGUA DESTILADA HASTA ELIMINAR LA SOLUCION CROMICA.



(d) ESCURRA EL MATRAZ BOCA ABAJO.

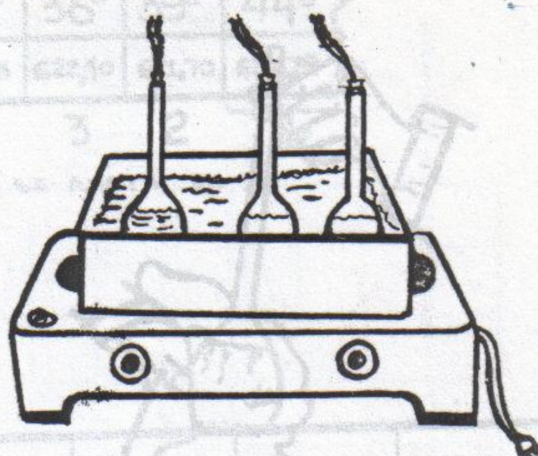


(e) VOLTEE EL MATRAZ Y LAVESE SU INTERIOR CON ALCOHOL INDUSTRIAL O ETER LOGRANDO ASI ELIMINAR EN FORMA RAPIDA EL AGUA ADHERIDA EN LAS PAREDES DEL MISMO.

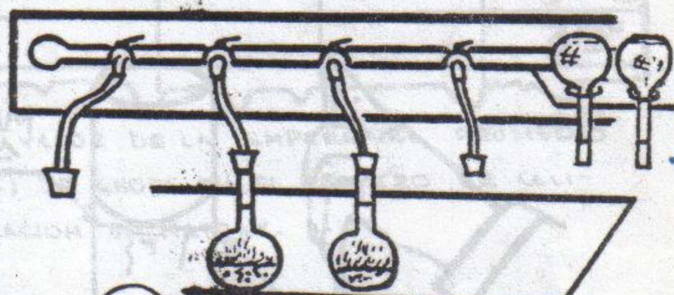


(f) AGREGUE 400 ML. DE AGUA DESTILADA AL MATRAZ.

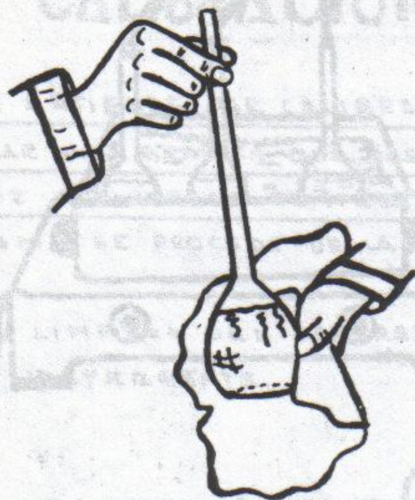
A.L.M.C



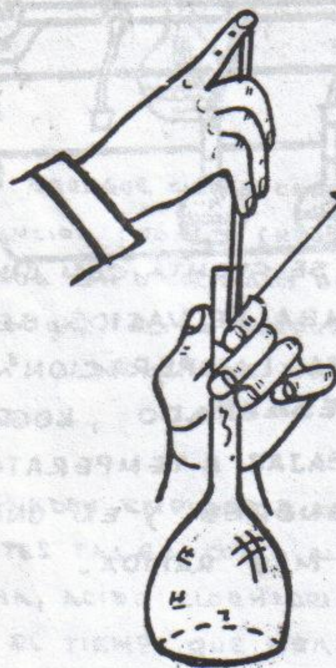
(g) POR BAÑO MARIA (EN GLICERINA REBAJADA) SE ELIMINA EL AIRE CONTENIDO EN EL MATRAZ, DURANTE 10 MINUTOS.



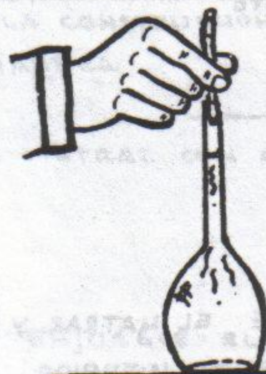
(h) SI SE CUENTA CON UNA BOMBA DE VACIOS SE REALIZA LA OPERACION DE DESAERADO, LOGRANDO TRABAJAR A TEMPERATURAS MENORES Y EN UNA FORMA MAS RAPIDA.



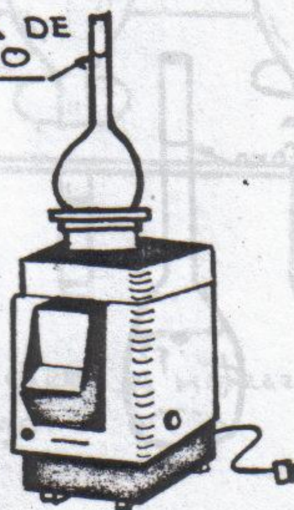
(i) EL MATRAZ SE SACA DEL BAÑO "MARIA" Y SU PARTE EXTERIOR SE LIMPIA PERFECTAMENTE.



(j) ENRASE EL MATRAZ HASTA SU MARCA DE AFORO CON AGUA DESTILADA, MEDIANTE LA AYUDA DE UNA PIPETA O GOTERO. LOGRANDO QUE EL MENISCO DESCANSE SOBRE LA MARCA DE AFORO.



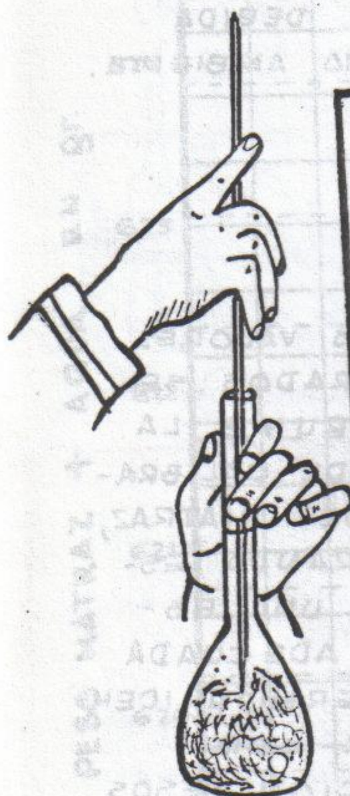
(k) SEQUE CON UN PAPEL ABSORBENTE EL INTERIOR DEL CUELLO HASTA LA SUPERFICIE DEL AGUA SIN TOCARLA.



(l) PESE EL MATRAZ AFORADO (CON APROXIMACION DE 0.01 gr.).

DATOS DE CALIBRACION DE MATRAZ						
TEMPERATURA PROM.	18°	26°	30°	36°	39°	44°
PESO MATRAZ AFORADO	624,55	623,87	623,05	622,40	621,70	620,78
	6	5	4	3	2	1°

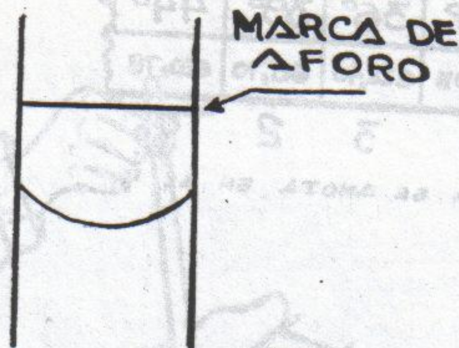
(m) EL PESO DEL MATRAZ AFORADO SE ANOTA EN EL REGISTRO QUE SE INDICA.



PESO MATRAZ AFORADO	TEMP. INFERIOR	TEMP. MEDIA	TEMP. SUP.	TEMP. PROM.
624.55	18.2	17.9	17.8	18°C
623.87				26°C
623.05				30°C
622.40				36°C
621.70				39°

(o) EL VALOR DE LA TEMPERATURA PROMEDIO (°C) SE ANOTA EN EL REGISTRO DE CALIBRACION DE MATRAZ.

(n) TOME 3 TEMPERATURAS; EN LA PARTE INFERIOR, MEDIA Y SUPERIOR (LA TEMPERATURA FINAL SERA EL PROMEDIO DE LAS 3.



(p) SE DEJA ENFRIAR EL MATRAZ HASTA QUE SU TEMPERATURA DISMINUYA APROXIMADAMENTE 5°C, TRAYENDO COMO CONSECUENCIA UN NIVEL INFERIOR AL DE LA MARCA DE AFORO; ESTO SE DEBE AL INDICE DE CONTRACCION DEL AGUA.

(q) NUEVAMENTE SE AFORA EL MATRAZ REPITIENDO LOS PASOS: j, k, l, m, n, o, p

(r) EN FORMA SUCESIVA TOME DIFERENTES TEMPERATURAS HASTA BAJAR A 15°C O 30°C.
ESTA ULTIMA TEMPERATURA DEBIDA AL MEDIO AMBIENTE.

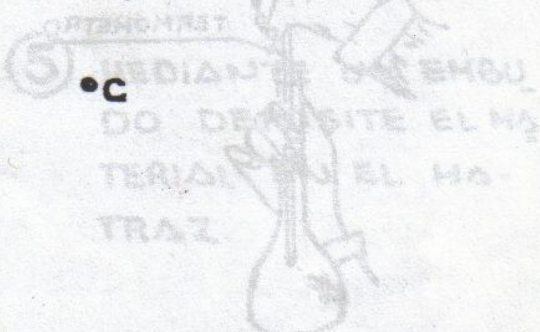
(s) CON LOS VALORES REGISTRADOS SE CONSTRUYE LA CURVA DE CALIBRACION DEL MATRAZ, PROCURANDO ESCOGER UNA ESCALA ADECUADA QUE PERMITA IDENTIFICAR CON PRESICION PESOS Y TEMPERATURAS.

PESO MATRAZ + AGUA EN gr.

625
624
623
622
621
620
619

0 10 20 30 40 50 60

TEMPERATURA °C



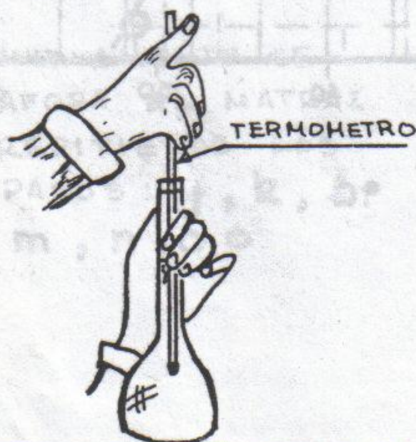
METODO PRACTICO PARA CALIBRAR EL MATRAZ

ESTE PROCEDIMIENTO, SE LLEVA A CABO EN FORMA INVERSA AL METODO TRADICIONAL O SEA, SE PARTE DE LA TEMPERATURA AMBIENTE A QUE SE ENCUENTRA EL AGUA DESTILADA Y SE VA INCREMENTANDO LA TEMPERATURA.

NOTA: SI SE DESEA PUEDE INICIARSE EL ENSAYE A UNA TEMPERATURA MAYOR A LA AMBIENTE.

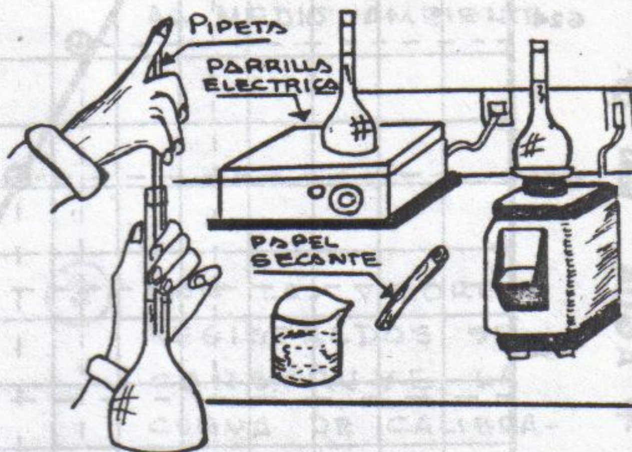


1º SE LAVA PERFECTAMENTE EL MATRAZ Y SE LLENA CON AGUA DESTILADA HASTA SU MARCA DE AFORO. SE SECA LA PARTE INTERIOR DEL CUELLO Y SE DETERMINA SU PESO. (Wmwf).



2º DETERMINE SU TEMPERATURA. EN ESTE CASO BASTARA CON UNA LECTURA, YA QUE SE PARTIO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE A LA QUE SE ENCUENTRA EL AGUA DESTILADA.

CON LOS VALORES OBTENIDOS SE TIENE UN PUNTO EN LA CURVA DE CALIBRACION.



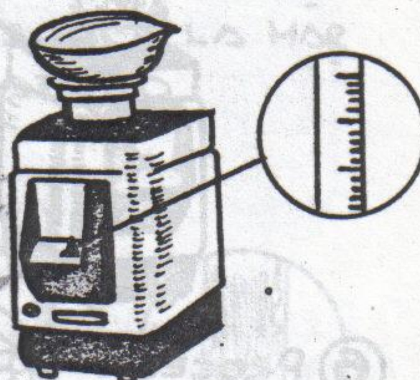
3.- PARA DETERMINAR MAS PUNTOS SE EXTRAEN DEL MATRAZ 0.5 ml DE AGUA (MEDIANTE UNA PIPETA GRADUADA) Y SE COLOCA EN UNA PARRILLA ELECTRICA HASTA QUE EL NIVEL DEL AGUA LLEGUE A LA MARCA DE AFORO. ENSEGUIDA SE QUITA EL MATRAZ DE LA PARRILLA E INSTANTANEAMENTE SE SECA EL CUELLO, SE PESA Y SE TOMAN LAS 3 TEMPERATURAS (EN LA PARTE INFERIOR, CENTRAL Y SUPERIOR) CON LA TEMPERATURA PROMEDIO Y EL PESO DEL MATRAZ AFORADO SE OBTIENE EL 2º PUNTO EN LA CURVA DE CALIBRACION.

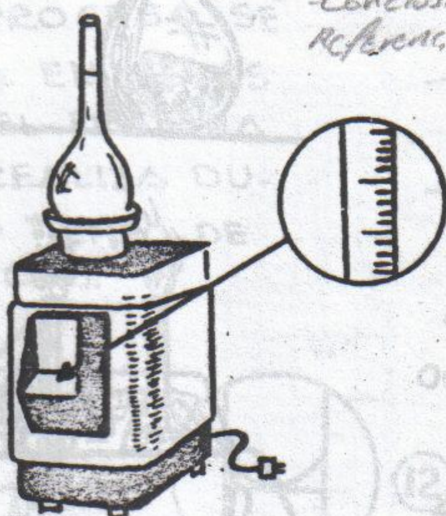
SE REPITE LA MISMA SECUENCIA HASTA LLEGAR A UNA TEMPERATURA DE 50°C

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS EN SUELOS FINOS SIN COHESION

① LIMPIEZA DEL MATRAZ (SE REPITEN LOS PASOS a, b, c, d, e)

-Objetivo
-Alcances
-Introducción
-Antecedentes
-Metodología
-Resultados exp.
-Cálculos y resultados
-Discusión de resultados
-Conclusiones
Referencia Bibliográfica





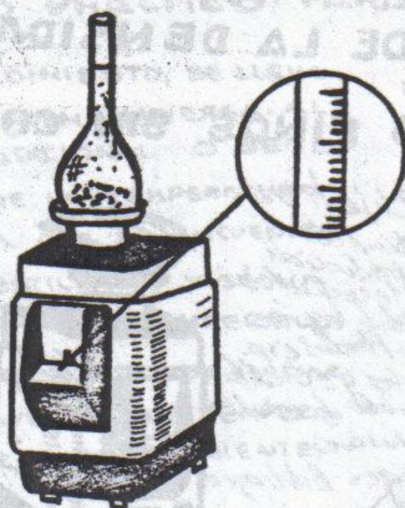
② DETERMINE EL PESO DEL MATRAZ PERFECTAMENTE LIMPIO

③ PREPARACION DEL MATERIAL (SE REPITEN LOS PUNTOS DEL 1 AL 4)

④ PESE APROXIMADAMENTE 60gr DE MATERIAL.



⑤ MEDIANTE UN EMBUDO DEPOSITE EL MATERIAL EN EL MATRAZ.



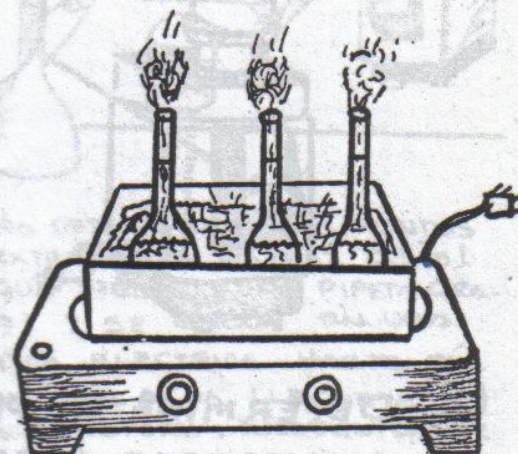


(6) PROCEDA A DETERMINAR SU PESO

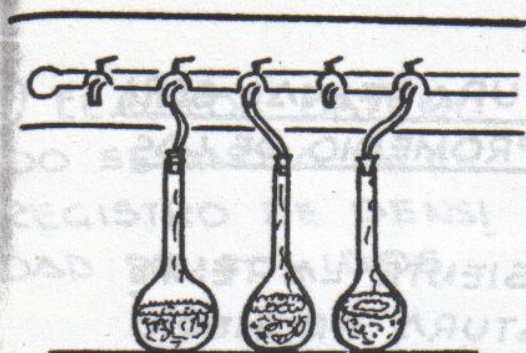
(7) LA DIFERENCIA DE (6) - (2) DA EL PESO DEL MATERIAL SOLIDO (Ws).

(8) EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN EL REGISTRO.

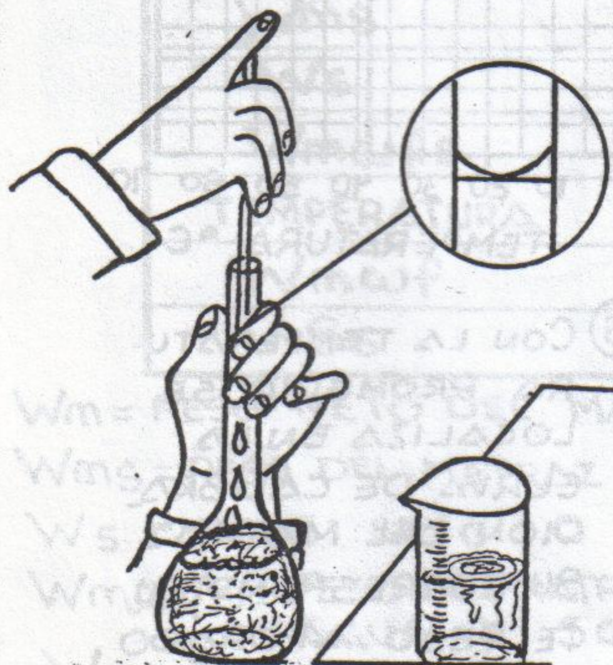
(9) AGREGUE AL MATRAZ APROXIMADAMENTE DE 150 A 300 cm^3 DE AGUA DESTILADA PROCURANDO QUE LAS PARTICULAS QUE HAYAN QUEDADO ADHERIDAS AL CUELLO SEAN DEPOSITADAS EN LA SUSPENSION.



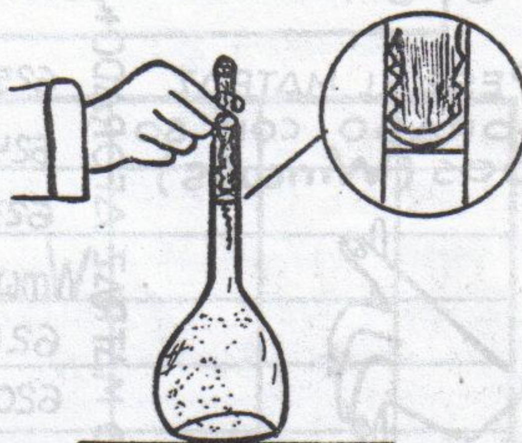
(10) EL AIRE RETENIDO QUEDA ELIMINADO INTRODUCIENDO EL MATRAZ EN BAÑO MARIA (CON GLICERINA REBAJADA)



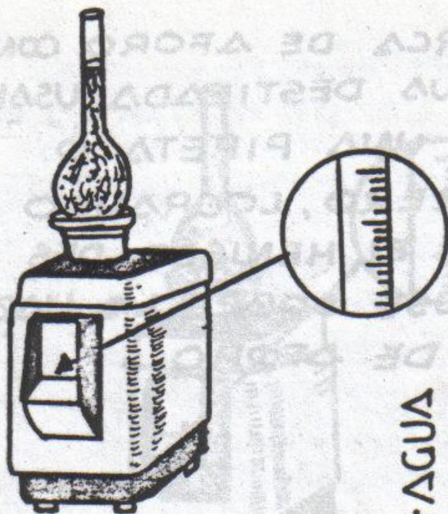
SI SE CUENTA CON UNA BOMBA DE VACIOS EL PROCESO SE EFECTUA EN MENOS TIEMPO (EL DESAIRADO SE REALIZA DURANTE UN TIEMPO DE 20 MINUTOS).



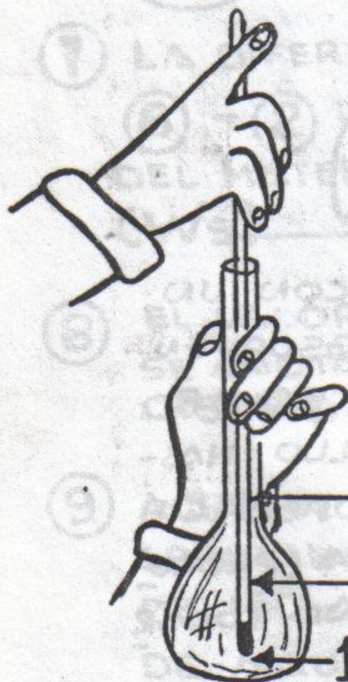
(11) ENRASE EL MATRAZ HASTA SU MARCA DE AFORO CON AGUA DESTILADA USANDO UNA PIPETA O GOTERO, LOGRANDO QUE EL MENISCO DESCANSE SOBRE LA MARCA DE AFORO



(12) SEQUE CON UN PAPEL ABSORVENTE EL INTERIOR DEL CUELLO HASTA LA SUPERFICIE DEL AGUA (PROCURANDO NO TOCARLA.

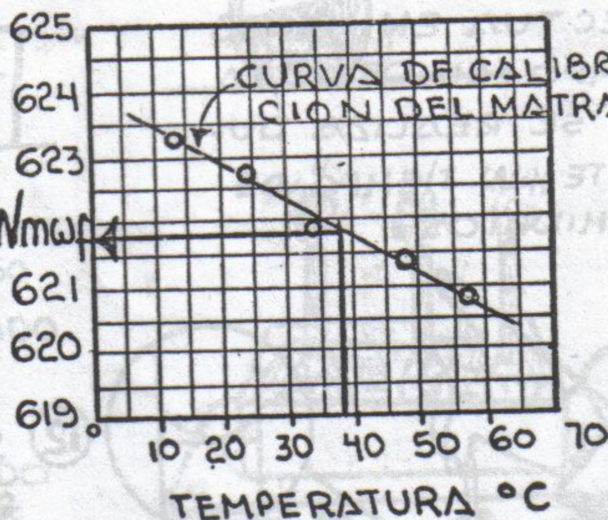


⑬ PESE EL MATRAZ AFORADO CON SOLIDOS (Wmωfs)



⑭ TOME 3 TEMPERATURAS, EN LA PARTE INFERIOR, MEDIA Y SUPERIOR (LA TEMPERATURA FINAL SERA EL PROMEDIO DE LAS 3).

⑮ ASIENTE LA TEMPERATURA PROMEDIO (°C) EN EL REGISTRO DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS.



⑯ CON LA TEMPERATURA PROMEDIO, SE LOCALIZA EN LA CURVA DE CALIBRACION DEL MATRAZ SU CORRESPONDIENTE PESO AFORADO SIN SOLIDOS. (Wmωf).

17) EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN EL REGISTRO DE DENSIDAD DE SOLIDOS.

18) CON LOS VALORES DETERMINADOS CALCULE LA DENSIDAD DE SOLIDOS EMPLEANDO LA FORMULA.

$$S_s = \frac{W_s}{W_s + W_{m\omega f} - W_{m\omega fs}}$$

PRUEBA Nº				
MATRAZ Nº				
W_m				
W_{ms}				
W_s				
$W_{m\omega fs}$				
TEMPERATURA				
$W_{m\omega f}$				
S_s				

W_m = PESO NETO DEL MATRAZ

W_{ms} = PESO DEL MATRAZ + SOLIDOS

W_s = PESO SECO O PESO DE LOS SOLIDOS

$W_{m\omega fs}$ = PESO DEL MATRAZ AFORADO CON AGUA Y SOLIDOS

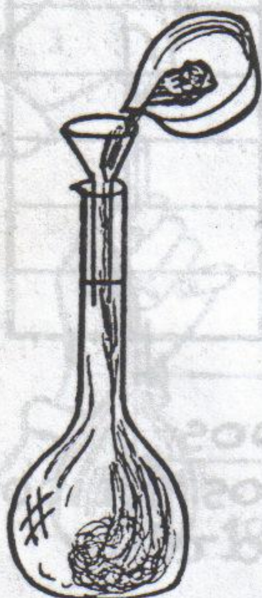
$W_{m\omega f}$ = PESO DEL MATRAZ AFORADO CON AGUA

S_s = DENSIDAD DE SOLIDOS.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS
(SUELOS COHESIVOS)

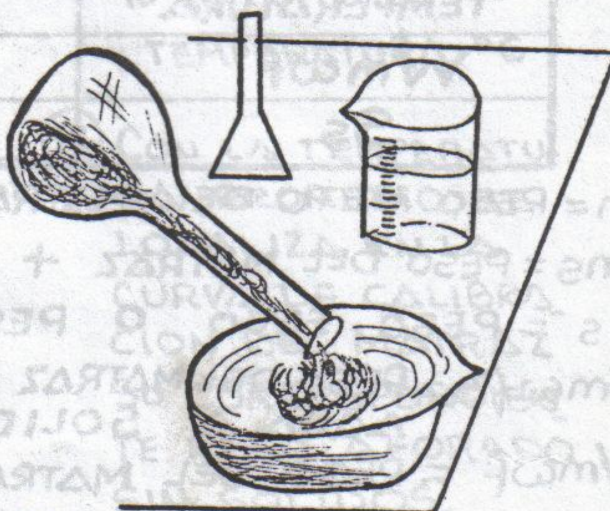
① LIMPIEZA DEL MATRAZ (SE REPITEN LOS PUNTOS a, b, c d, e)

② PREPARACION DEL MATERIAL (SUELOS COHESIVOS) PUNTOS (1, 2, 3, 4, 5, 6)



③ MEDIANTE UN EMBUDO SE VIERTE LA SUSPENSION EN UN MATRAZ CALIBRADO PROCURANDO NO PERDER MATERIAL.

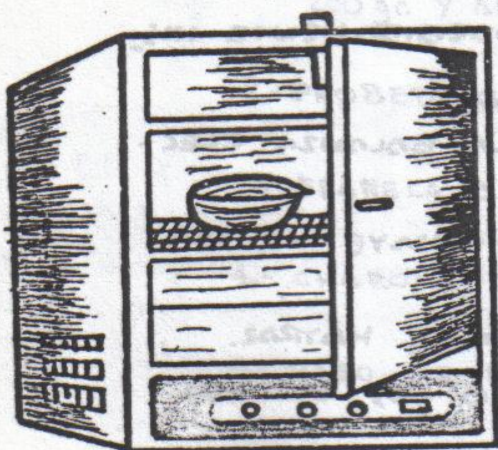
④ SE REPITEN LOS PUNTOS 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 DEL ENSAYE ANTERIOR (SUELOS FRICCIONANTES)



⑤ EN UNA CAPSULA SE VACIA TODO EL MATERIAL.

A.S.M.C

⑥ CON AGUA DESTILADA SE ENJUAGA EL MATRAZ DE MANERA QUE NO QUEDEN PARTICULAS ADHERIDAS A EL



⑦ SE INTRODUCE LA CAPSULA EN UN HORNO ELECTRICO (TEMPERATURA CONSTANTE 105°C A 110°C)

⑧ DESPUES DE QUE SE HA EVAPORADO EL AGUA, SE OBTIENE EL PESO SECO DEL MATERIAL (Ws)

PREVIAMENTE DEBE PESARSE LA CAPSULA)

⑨ CON LOS VALORES OBTENIDOS SE CALCULA LA DENSIDAD DE SOLIDOS EMPLEANDO LA FORMULA.

$$S_s = \frac{W_s}{W_s + W_{m\omega f} - W_{m\omega fs}}$$

VALORES TIPICOS DE DENSIDADES	
ARENAS Y GRAVAS	2.65-2.67
CENIZAS VOLCANICAS	2.30-2.50
LIMOS INORGANICOS Y ARCILLOSOS	2.67-2.72
ARCILLAS PLASTICAS	2.78-2.84
ARCILLAS BENTONITICAS DE LA C. DE MEXICO	2.84-2.88
SUELOS ORGANICOS	2.4-2.65
TURBA	1.7 - 1.9
SUELOS CON CIERTA CANTIDAD DE HIERRO	3.

OBSERVACIONES Y POSIBLES ERRORES QUE PUEDEN COMETERSE EN EL ENSAYE

1.- QUE EL MENISCO NO SE ENCUENTRE DESCANSANDO LIBREMENTE SOBRE LA MARCA DE AFORO.

2.- LECTURAS MAL REGISTRADAS EN EL TERMOMETRO

3.- BALANZA MAL NIVELADA E INDEBIDAMENTE INSTRUMENTADA

4.- LECTURAS MAL REGISTRADAS EN LA BALANZA ELECTRICA.

5.- QUE EL AGUA EMPLEADA EN EL ENSAYE NO SEA DESTILADA

6.- TEMPERATURA NO UNIFORME EN EL MATRAZ.

7.- IMPUREZAS EN EL MATRAZ O EN LOS SOLIDOS.

CONFORME A LA SECUENCIA ESTABLECIDA, SE HA COMPROBADO QUE EL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE SOLIDOS EN SUELOS ARENOSOS ES MAS PRACTICO Y EXPEDITO QUE PARA SUELOS COHESIVOS. EN COMPARACION CON LOS VALORES OBTENIDOS, SE OBSERVA UNA DIFERENCIA ACEPTABLE, EN CAMBIO, EL TIEMPO REQUERIDO DEMORA 24 hr.

A.I.M.C

ENSAYE 7

DENSIDAD DE GRAVAS

EQUIPO: 1.- BALANZA ELECTRICA CON CAPACIDAD DE 200 gr. Y APROXIMACION HASTA 0.01 gr.

2.- PROBETA GRADUADA CON CAPACIDAD DE 1000 ml.

3.- FRANELA O PAPEL SECANTE.

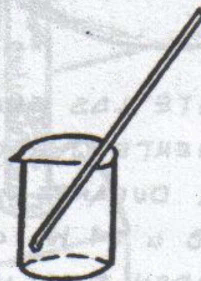
4.- CHAROLA DE ALUMINIO.

5.- VASO DE PRECIPITADOS.

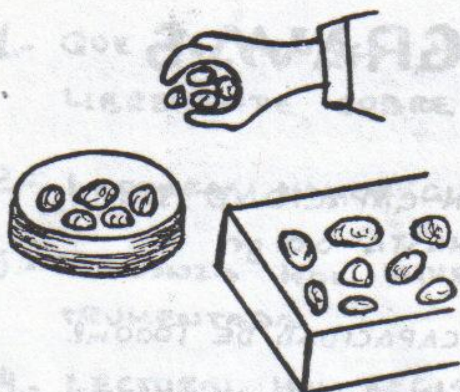
6.- PIPETA.







A.L.M.C

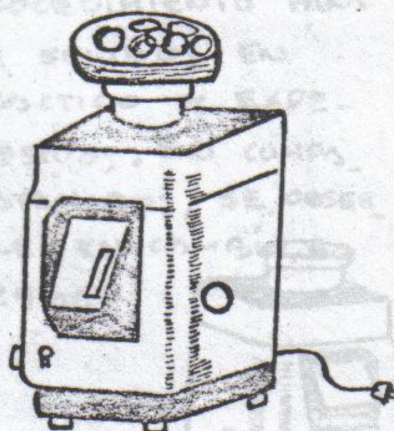




(1) DE UNA MUESTRA REPRESENTATIVA UTILICE APROXIMADAMENTE 10 GRAVAS.

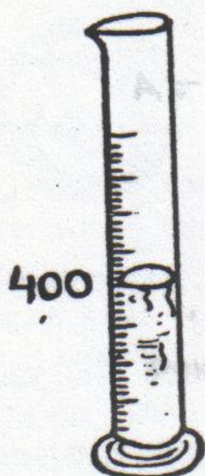
(3) SAQUE LAS GRAVAS DEL RECIPIENTE Y LIMPIELAS SUPERFICIALMENTE CON UN TRAPO SEMI-HUMEDO.

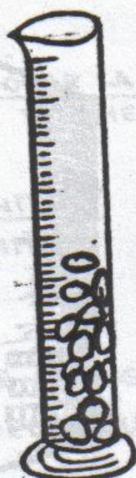




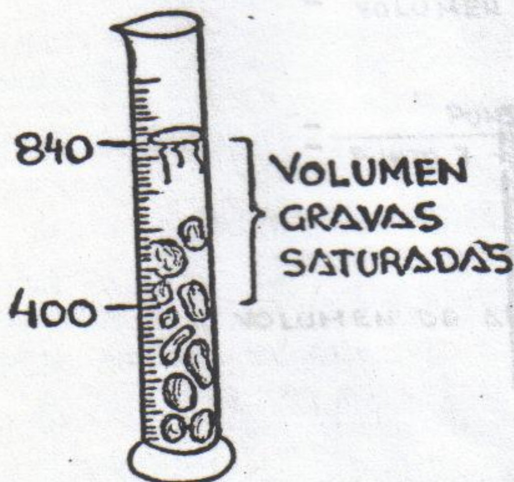
(2) DEPOSITE LAS GRAVAS EN UN RECIPIENTE QUE CONTENGA AGUA DURANTE UN TIEMPO DE 18 a 24 hr. O HASTA QUE QUEDEN TOTALMENTE SATURADAS.

(4) EN LA BALANZA DE TORSION SE PESAN LAS GRAVAS CON APROXIMACION AL 0.1 gr (W_{Gw}).





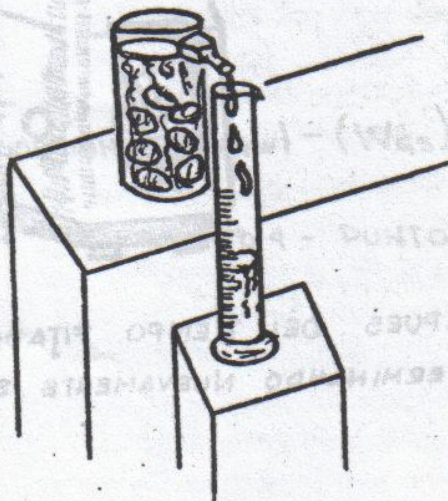
5. EN UNA PROBETA CON CAPACIDAD DE 1000 ml, VIERTA APROXIMADAMENTE DE 400 A 600 ml. DE AGUM.

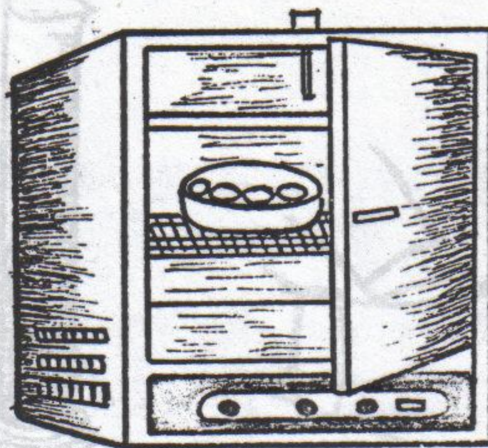


6. INTRODUZCA LAS GRAVAS EN LA PROBETA PROCEDIENDO A LEER SU LECTURA CORRESPONDIENTE.

7. LA DIFERENCIA DE LOS PUNTOS 6 y 5 DETERMINAN EL VOLUMEN DE LAS GRAVAS SATURADAS (cm^3).

NOTA: EN EL CASO DE QUE EL VOLUMEN DE LA PROBETA SEA INSUFICIENTE SE UTILIZA UN PICHOMETRO.





⑧ LAS GRAVAS EN ESTUDIO SE DEPOSITAN EN UN RECIPIENTE, INTRODUCIENDOLAS ENSEGUIDA EN UN HORNO ELECTRICO (TEMPERATURA CONSTANTE 105° – 110°C) DURANTE UN TIEMPO DE 18- 24 hr.



⑨ DESPUES DEL TIEMPO FIJADO SE SACAN LAS GRAVAS. DETERMINANDO NUEVAMENTE SU PESO. (W_{GS}).

CALCULOS

A.- DENSIDAD APARENTE = $\frac{\text{PESO DE LAS GRAVAS EN EDO. SECO}}{\text{VOLUMEN DESALOJADO}}$

$= \frac{\text{PUNTO 9}}{\text{PUNTO 7}}$

PUNTOS (6) - (5) = VOLUMEN DE LAS GRAVAS INCLUYENDO EL PESO DEL AGUA ABSORVIDO.

B.- DENSIDAD REAL DE LAS GRAVAS (S_{sg})

$$S_{sg} = \frac{\text{PESO DE LAS GRAVAS EN EDO. SECO } (W_{sg})}{\text{VOLUMEN DE LAS GRAVAS}}$$

$$= \frac{W_{sg}}{\text{VOLUMEN DESALOJADO - VOLUMEN DE ABSORCION}}$$

$$= \frac{\text{PUNTO 9}}{\text{PUNTO 7} - [\text{PUNTO 4} - \text{PUNTO 9}]}$$

VOLUMEN DE ABSORCION = $(W_{gw}) - (W_{gs})$

= PUNTO 4 - PUNTO 9.

ENSAYE 

COMPACTACION

INTRODUCCION

LA COMPACTACION ES UN PROCESO MECANICO QUE TIENE COMO FINALIDAD AUMENTAR EL PESO ESPECIFICO DEL MATERIAL. ESTO SE LOGRA UNICAMENTE CUANDO SE REDUCE EL VOLUMEN DE VACIOS AL SUFRIR EL IMPACTO DE UNA ENERGIA.

PARA LOGRAR REDUCIR EL VOLUMEN DE VACIOS, ES NECESARIO AGREGAR AGUA AL MATERIAL. ESTE FLUIDO HACE LA FUNCION DE LUBRICANTE Y A MEDIDA QUE SE VA INCREMENTANDO, EL SUELO ADQUIERE UN MEJOR ACOMODAMIENTO DE PARTICULAS HASTA LLEGAR A UN MAXIMO, OBTENIENDOSE EN ESE INSTANTE EL MAYOR PESO VOLUMETRICO SECO, CORRESPONDIENTE A UNA HUMEDAD OPTIMA.

EN EL LABORATORIO SE PRETENDE REPRODUCIR, LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL CAMPO Y PARA TAL FIN SE HA JUSTIFICADO A LA PRUEBA PROCTOR COMO EL ENSAYE QUE GARANTIZA LOS EFECTOS DEL RODILLO PATA DE CABRA DEBIDO A QUE PROPORCIONA UNA COMPACTACION UNIFORME DE LA PARTE INFERIOR HACIA LA SUPERFICIE DE LA PARTE COMPACTADA.

DEFINICION: GRADO DE COMPACTACION.

EL GRADO DE COMPACTACION QUE ALCANZA EL MATERIAL DURANTE LA CONSTRUCCION O DESPUES DE ELLA, ES LA RELACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO REGISTRADO EN EL CAMPO ENTRE EL PESO VOLUMETRICO MAXIMO OBTENIDO MEDIANTE UNA PRUEBA PROCTOR.

FORMULA: $$G\% = \frac{\gamma_d\,(\text{CAMPO})}{\gamma_d\,(\text{PROCTOR})}$$

OBJETIVOS:

a) OBTENER EL MAXIMO PESO VOLUMETRICO QUE PUEDE ALCANZAR EL MATERIAL EN ESTUDIO, ASI COMO SU CORRESPONDIENTE HUMEDAD OPTIMA.

b) CALCULAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION O DESPUES DE QUE HAYAN SIDO CONSTRUIDOS (CAMINOS, PRESAS, ETC),

c) UNA COMPACTACION REALIZADA ADECUADAMENTE, AUMENTA LA

RESISTENCIA, CON LO QUE LA DEFORMABILIDAD SE REDUCE ASIMISMO LA PERMEABILIDAD Y LA SUSCEPTIBILIDAD DE EROSIONARSE POR EL AGUA.

EQUIPO:

1.- MOLDE DE COMPACTACION CONSTITUIDO POR UN CILINDRO METALICO DE 10.2 cm (4") DE DIAMETRO INTERIOR Y 11.7 cm (4.59") DE ALTURA.

EL CILINDRO DEBERA CONTAR CON UNA EXTENSION DE IGUAL DIAMETRO Y 5 cm (2") DE ALTURA, ASI COMO DE UNA BASE. (EL VOLUMEN DEL CILINDRO SIN EXTENSION ES DE APROXIMADAMENTE 0.94 lts.)

2.- PISTON METALICO DE 5 cm (2") DE DIAMETRO Y UN PESO DE 2.5 Kg (5.5 lbs).

3.- REGLA METALICA CON ARISTA CORTANTE DE 25 cm DE LARGO.

4.- BALANZA DE 50 Kg Y 1 gr DE APROX.

5.- BALANZA ELECTRICA DE 800 gr DE CAPACIDAD Y APROX. AL 0.01 gr

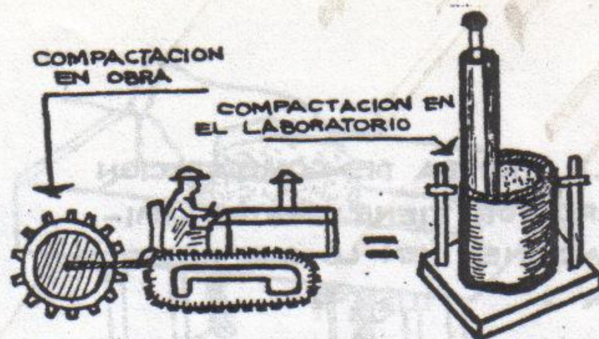
6.- HORNO ELECTRICO (TEMP. 105°C)

7.- CAPSULAS DE ALUMINIO

8.- CHAROLA DE ALUMINIO

9.- ESPATULA.

10.- PROBETA GRADUADA 500 cc



COMO SE INDICO ANTERIORMENTE EL GRADO DE COMPACTACION QUEDA DEFINIDO MEDIANTE LA RELACION (γ_d campo) ÷ (γ_d laboratorio)

LA DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO EN EL CAMPO SE OBTIENE CONFORME A LO EXPUESTO EN EL ENSAYE Nº 3 EMPLEANDO EL METODO DEL CONO DE ARENA O EL MEDIDOR DE VOLUMEN (AGUA). POR LO TANTO UNICAMENTE SE DESCRIBIRA EL METODO PROCTOR PARA DETERMINAR EL $\gamma_{d\,maximo}$ EN EL LABORATORIO.

LA ENERGIA EMPLEADA EN LA PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR ESTANDARD ES DE 6.1 $\frac{Kg\text{-}cm}{cm^2}$, ESTE VALOR FUE CALCULADO PERO PUEDE SER DETERMINADO POR MEDIO DE LA SIGUIENTE EXPRESION

$$E_c = \frac{NnWh}{V}$$

E_c = ENERGIA DE COMPACTACION
N = NUMERO DE GOLPES
n = NUMERO DE CAPAS
W = PESO DEL MARTILLO
h = ALTURA DE CAIDA
V = VOLUMEN DEL SUELO COMPACTADO = VOLUMEN DEL CILINDRO SIN EXTENSION.

LA PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR TIENE CIERTAS LIMITACIONES EN LO QUE RESPECTA A :

1.- UNICAMENTE PUEDEN EMPLEARSE TODOS AQUELLOS MATERIALES QUE PASEN POR LA MALLA N° 4

2.- MATERIALES QUE NO DEBEN EMPLEARSE.

a) ARENA DE RIO
b) ARENA DE MINA
c) ARENA PRODUCTO DE UNA TRITURACION
d) TEZONTLES ARENOSOS
e) SUELOS QUE CAREZCAN DE CEMENTACION (Es dificil hacer la prueba debido a que el agua al no contar con un material cohesivo , fluye hacia el fondo del molde.)

LOS MATERIALES (a,b,c,d y e) PUEDEN EMPLEARSE EN OTRO TIPO DE PRUEBA (PORTER)

PROCEDIMIENTO

1.- DETERMINE PREVIAMENTE PESO DEL CILINDRO, DIAMETRO, ALTURA SIN INCLUIR EXTENSION , VOLUMEN DEL CILINDRO , PESO DEL MARTILLO Y ALTURA DE CAIDA.

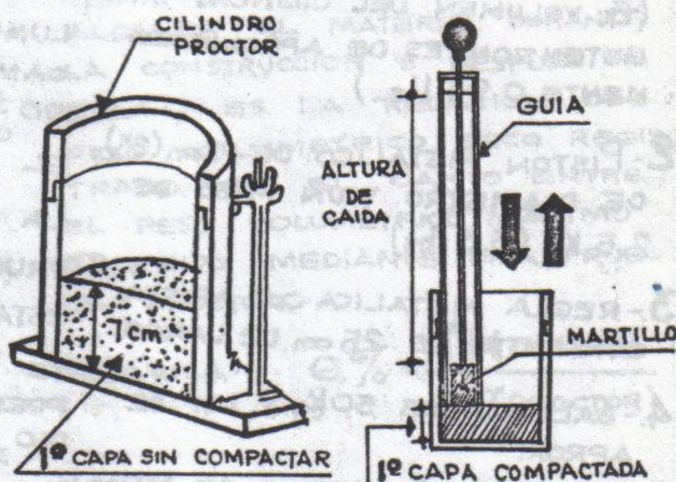
2.- EL MATERIAL QUE SE VA A EMPLEAR SE SECA Y DESPUES SE DESGRUMA PROCURANDO NO ROMPER LOS GRANOS.

3.- LA MUESTRA SE CRIBA ATRAVES DE LA MALLA N° 4 , PESANDOSE APROXIMADAMENTE 3 Kg DE MATERIAL , EL CUAL SE DEPOSITA EN UNA CHAROLA.



4.- AGREGUE AL MATERIAL AGUA HASTA QUE ADQUIERA UNA CONSISTENCIA DE GRUMO.

5.- PROCEDA A HOMOGENIZAR LA HUMEDAD , AMASANDO LA MUESTRA CON LAS MANOS.

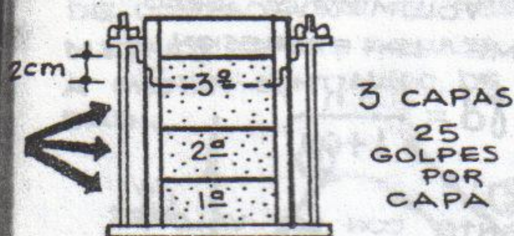


6 CON LAS MANOS AGREGUE AL CILINDRO PROCTOR LA PRIMER CAPA DE MATERIAL (APROX. 7 cm).

7.- SE COMPACTA LA 1ª CAPA , APLICANDO 25 GOLPES CON EL MARTILLO PROCURANDO REPARTIRLOS EN TODA LA SUPERFICIE.

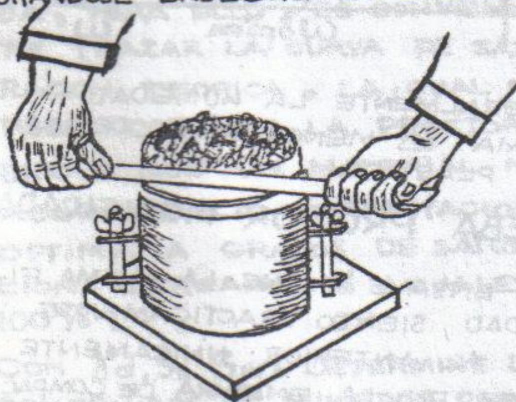
8 DEPOSITE LA 2ª CAPA AGREGANDO MATERIAL APROXIMADAMENTE 2 cm ABAJO DE LA PARTE SUPERIOR DEL CILINDRO PROCTOR.

(9) SE PROCEDE A COMPACTAR LA 2ª CAPA (25 GOLPES).



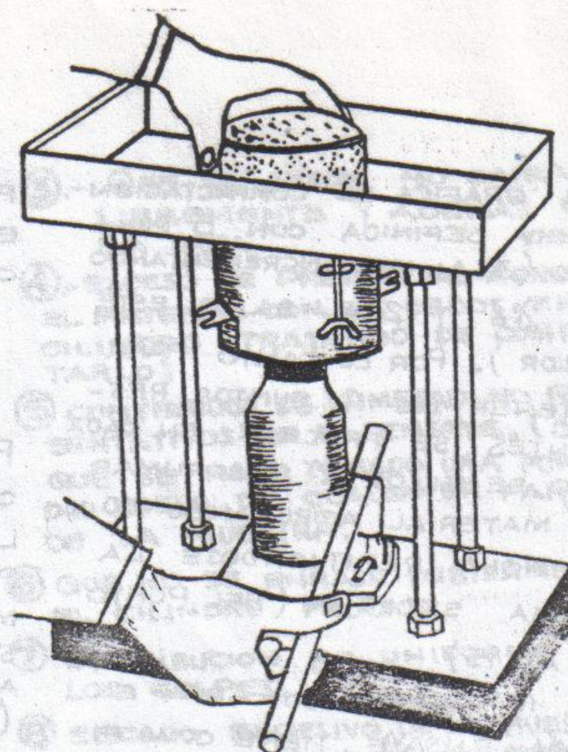
(10) EN IDENTICA FORMA SE PROCEDE CON LA 3ª CAPA PROCURANDO QUE, UNA VEZ COMPACTADO EL MATERIAL, LA SUPERFICIE SE ENCUENTRE 1 ó 2 cm ARRIBA DE LA PARTE SUPERIOR DEL CILINDRO.

(11) AL TERMINAR LA COMPACTACION DE LAS 3 CAPAS, CON UNA ESPATULA SE RECORRE EL PERIMETRO INTERIOR CON EL OBJETO DE DESPEGAR EN PARTE EL MATERIAL QUITANDOSE ENSEGUIDA LA EXTENSION

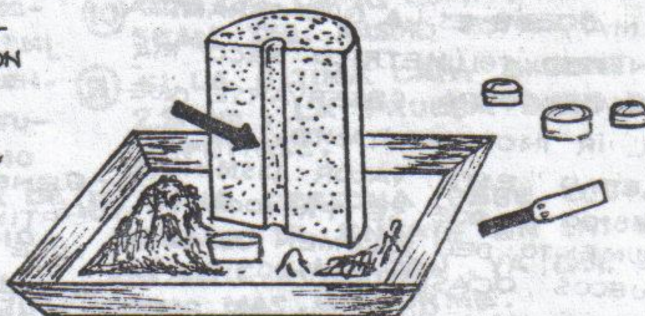


(12) SE ENRASA LA MUESTRA AL NIVEL SUPERIOR DEL CILINDRO, PROCEDIENDO A EFECTUAR LA MISMA OPERACION GIRANDOLO 180°

(13) LIMPIE EXTERIORMENTE EL CILINDRO, DETERMINANDO SU PESO CON LA MUESTRA COMPACTADA.



(14) A CONTINUACION, SE QUITA LA PLACA BASE Y SE EXTRAE LA MUESTRA DEL CILINDRO



(15) LA MUESTRA OBTENIDA SE CORTA TRANSVERSALMENTE Y CON UNA ESPATULA SE TOMA DE LA PARTE CENTRAL UNA PORCION REPRESENTATIVA EN TODA SU ALTURA LA CUAL SE VACIA EN UNA CAPSULA PREVIAMENTE TARADA.

DE ESTA MANERA SE OBTIENEN LOS DATOS PARA TRAZAR UN PUNTO EN LA GRAFICA DE COMPACTACION. (CONTENIDO DE HUMEDAD - PESO VOLUMETRICO SECO.)

LA GRAFICA DE COMPACTACION QUEDA DEFINIDA CON 5 PUNTOS (3 AL IRSE INCREMENTANDO EL γd Y 2 AL BAJAR ESTE VALOR). POR LO TANTO PARA OBTENER LOS 4 PUNTOS RESTANTES, SE PROCEDE EN CADA UNO DE ELLOS A DESGRUMAR EL MATERIAL AGREGANDO 100 cc DE AGUA, REPITIENDOSE LA MISMA SECUELA (DEL PUNTO 5 AL 15).

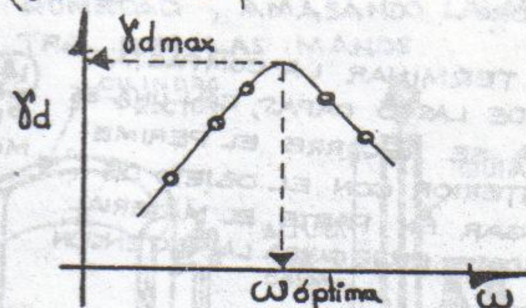
EL IR AGREGANDO AGUA EN CADA ENSAYE, TIENE COMO FINALIDAD QUE EL MATERIAL SE COMPACTE CADA VEZ MAS, HASTA LLEGAR A UN LIMITE CORRESPONDIENTE A UNA HUMEDAD OPTIMA, QUE ES LA QUE GARANTIZA UN PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO. PODRA OBSERVARSE QUE AL IR INCREMENTANDO LA HUMEDAD ESTE VALOR DISMINUYE DEBIDO A QUE SE PROVOCA UN AUMENTO DEL VOLUMEN DE LOS HUECOS, OCASIONANDO UNA SUSTITUCION SUCESIVA DE PARTICULAS DE SUELO POR AGUA.

(16) LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN FORMA REPRESENTATIVA SE INTRODUCEN EN UN HORNO ELECTRICO DURANTE UN TIEMPO (18-24 hs), CALCULANDO A CONTINUACION SUS CORRESPONDIENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD.

(17) CON LOS DATOS DE LOS PASOS (1) Y (13) SE CALCULAN LOS PESOS VOLUMETRICOS HUMEDOS, (γh). CON ESTE VALOR Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD CORRESPONDIENTE (16) SE DETERMINA EL PESO VOLUMETRICO SECO CONFORME LA EXPRESION

$$\gamma d = \frac{\gamma h}{1+\omega}$$

FINALMENTE CON LOS VALORES OBTENIDOS (ω, γd) SE DIBUJA LA CURVA DE COMPACTACION PROCTOR, LOCALIZANDOSE EN LA MISMA EL PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO CORRESPONDIENTE A UNA HUMEDAD OPTIMA ($\gamma d\,max$ - $\omega optimo$).



GENERALMENTE LA HUMEDAD OPTIMA ES MENOR A LA DEL LIMITE PLASTICO.

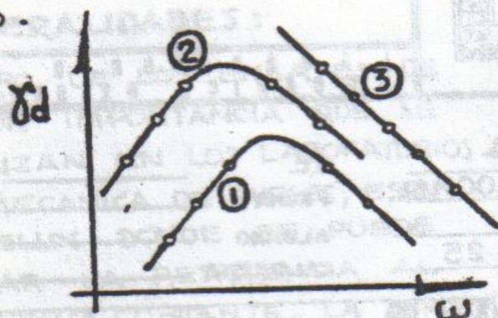
PRUEBA PROCTOR MODIFICADA

ESTE ENSAYE TIENE LA MISMA FINALIDAD, SIENDO PRACTICAMENTE IGUAL AL ANTERIOR; UNICAMENTE DIFIERE EN LA ENERGIA DE COMPACTACION EMPLEADA, QUE EN ESTE CASO ES MAYOR ($Ec = 27.2 \frac{Kg\text{-}cm}{cm^2}$)

ESTE VALOR SE OBTIENE AL INCREMENTAR LA ALTURA DE CAIDA Y EL PESO DEL PISTON, ASI COMO EL Nº DE CAPAS.

ALTURA DE CAIDA = 45.7 cm (18")
PESO DEL PISTON = 4.5 Kg (10 lbs)
Nº DE CAPAS = 5
Nº DE GOLPES POR CAPA = 25

AL INCREMENTAR LA ENERGIA DE COMPACTACION EL PESO VOLUMETRICO SECO, RESULTA MAYOR A MENOR CONTENIDO DE HUMEDAD.



① PRUEBA PROCTOR ESTANDARD
② PRUEBA PROCTOR MODIFICADA
③ CURVA DE SATURACION TEORICA.

DEBE COMPROBARSE QUE LA CURVA DE COMPACTACION PROCTOR ESTE CORRECTAMENTE DETERMINADA, PARA ELLO, ES CONVENIENTE TRAZAR LA CURVA DE SATURACION TEORICA, LA CUAL NO DEBE CORTAR A LA PROCTOR DEBIDO A QUE UN MATERIAL NO ADQUIERE LA COMPACTACION OPTIMA A GRADOS DE SATURACION CERCANOS Ó IGUALES AL 100%.

CON $\gamma d, Ss, Gw$: DETERMINE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD PARA EL 100% DE SATURACION.

OBSERVACIONES Y POSIBLES ERRORES QUE PUEDEN COMETERSE EN EL ENSAYE.

① QUE LA HUMEDAD EN EL MATERIAL NO SE ENCUENTRE TOTALMENTE HOMOGENEA.

② ALTURA DE CAIDA MENOR A LA ESPECIFICADA

③.- QUE EL PISON NO CAIGA LIBREMENTE Y ADEMAS ROSE LA GUIA.

④.- EXCESO DE PRESION AL AGREGAR EL MATERIAL CON LOS DEDOS EN EL CILINDRO (TRATANDO DE COMPACTARLO)

⑤ CONTENIDOS DE HUMEDAD NO REPRESENTATIVOS EN EL ENSAYE, (O SEA QUE SE HAYA TOMADO UNA PORCION DE SUELO DE CUALQUIER PARTE DE LA MUESTRA.

⑥ QUE NO SE ENRASE DEBIDAMENTE EL CILINDRO PROCTOR.

⑦ DISTRIBUCION NO UNIFORME DE LOS GOLPES.

⑧ SECADO EXCESIVO DE LA MUESTRA (OCASIONA DIFERENTE COMPORTAMIENTO DURANTE LA COMPACTACION.

⑨ REPETIR EL ENSAYE CON LA MISMA MUESTRA.

⑩ QUE LAS CAPAS COMPACTADAS NO SEAN DEL MISMO ESPESOR.

⑪ SI LA ULTIMA CAPA EXCEDE DE 2.5 cm, LA PRUEBA DEBE DE REPETIRSE.

⑫.- UNA PERSONA DEBE LLEVAR A CABO EL ENSAYE EN LAS ETAPAS DE COMPACTACION, YA QUE ASI SERA MAS UNIFORME.

⑬ EXCESIVO Nº DE PUNTOS EN EL ENSAYE (ESTO TIENE POR OBJETO SOBRE FATIGAR EL MATERIAL)

⑭ LA CURVA DE COMPACTACION DEBE TRAZARSE CON UN NUMERO DE ENSAYES NO MENOR DE 4 NI MAYOR A 5.

OBRA ______

LOCALIZACION ______

ENSAYE Nº ______ SONDEO Nº ______

MUESTRA Nº ______ PROF. ______

DESCRIPCION ______



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

COMPACTACION

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TIPO DE PRUEBA **PROCTOR ESTANDARD.**

MOLDE Nº 2 VOL. 920 CM³ PESO 4200 GR.

PESO MARTILLO ______ GR. ALTURA DE CAIDA ______ CM.

Nº DE CAPAS 3 Nº DE GOLPES POR CAPA 25

E.C. ______

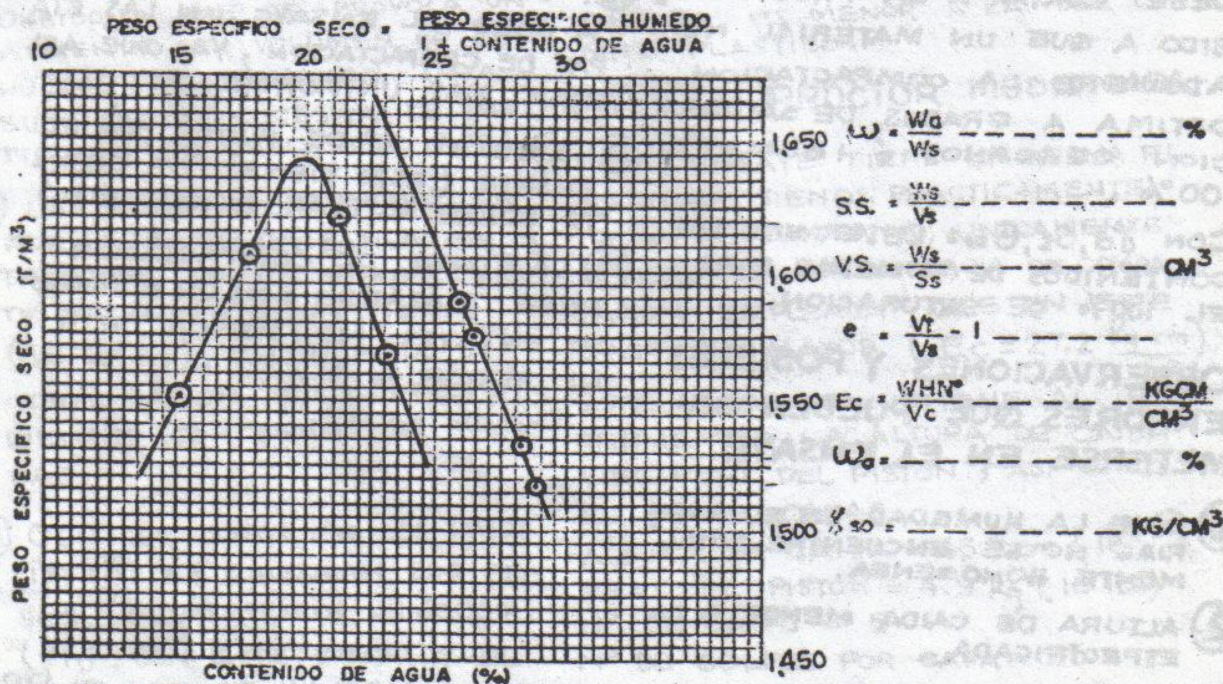
FECHA ______

ALUMNO ______

CALCULISTA ______

PRUEBA Nº	①	②	③	④				
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO	5.844	5.945	6.007	5.975				
PESO DEL MOLDE (GR)	4.200	4.200	4.200	4.200				
PESO SUELO HUMEDO (GR)	1.644	1.745	1.807	1.775				
PESO ESPECIFICO HUMEDO (T/M³)	1.786	1.896	1.964	1.929				
CAPSULA Nº	38	VI	X	XI				
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (GR)	167.30	210.11	221.33	257.44				
PESO CAPSULA + SUELO SECO (GR)	157.57	194.60	201.54	226.13				
PESO DEL AGUA (GR)	9.73	15.51	19.79	31.31				
PESO CAPSULA (GR)	93.55	108.36	108.10	90.94				
PESO SUELO SECO (GR)	64.02	86.24	93.44	135.19				
CONTENIDO DE AGUA (%)	15.19	17.98	21.17	23.15				
PESO ESPECIFICO SECO (T/M³)	1551.08	1607.60	1620.65	1566.30				
RELACION DE VACIOS (e)								

$$\text{PESO ESPECIFICO SECO} = \frac{\text{PESO ESPECIFICO HUMEDO}}{1 + \text{CONTENIDO DE AGUA}}$$



OBSERVACIONES ______

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE EN EL LABORATORIO

GENERALIDADES:

DENTRO DE LOS ENSAYES DE MAYOR IMPORTANCIA QUE SE REALIZAN EN LOS LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTAN AQUELLOS DONDE SE PUEDE VALUAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE. LA INFORMACION OBTENIDA ES NECESARIA DEBIDO A QUE INTERVIENE EN EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE INGENIERIA CIVIL TALES COMO EDIFICIOS, PUENTES, PRESAS REPRESAS, TERRAPLENES Y ADEMAS EN ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES, TUNELES, Y EMPUJES SOBRE ESTRUCTURAS DE RETENCION. PARA CADA CASO, DEPENDIENDO LAS CONDICIONES A QUE SE ENCUENTRE SUJETO EL SUELO O A LAS QUE SE VAYA A SOMETER, EXISTEN VARIAS PRUEBAS TANTO DE LABORATORIO COMO DE CAMPO LAS CUALES REPRESENTAN EN PARTE LAS CONDICIONES IN-SITU.

LAS PRUEBAS DE LABORATORIO CON QUE SE CUENTA ACTUALMENTE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE SON:

1.- CORTE DIRECTO
2.- COMPRESION SIMPLE Ó NO CONFINADA
3.- COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA (UU)
4.- COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA CONSOLIDADA (R-CU)
5.- COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADA NO DRENADA O LENTA (S-CD)

EN EL CAMPO LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE SE DETERMINA BURDAMENTE EMPLEANDO

a) PENETROMETRO DE BOLSILLO
b) VELETA
c) PRUEBA PENETRACION ESTANDARD DINAMICO (P.E.D)
d) TORCOMETRO

LA PRUEBA REALMENTE REPRESENTATIVA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE ES LA DE CARGA, DESAFORTUNADAMENTE RESULTA ANTIECONOMICA.

OBJETIVO:

1.- DETERMINAR LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE UN SUELO CON EL OBJETO DE VALUAR LA CARGA QUE PUEDE ACTUAR SOBRE EL SIN PROVOCAR LA FALLA DE LA MASA DEL MISMO.

2.- DEFINIR ADECUADAMENTE LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA (ϕ, C)
ϕ = angulo de fricción interna
C = cohesión

3.- INTERPRETAR DEBIDAMENTE EL TIPO DE FALLA QUE SUFRIO EL MATERIAL CONFORME A SUS CARACTERISTICAS.

④ COMPARAR LOS VALORES OBTENIDOS PARA UN MISMO SUELO SUJETO A DIFERENTES ENSAYES DE RESISTENCIA

⑤ CALCULAR LA SENSIBILIDAD DEL SUELO ESTUDIADO

⑥ DETERMINAR EL MODULO DE ELASTICIDAD.

FORMULA:

LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE SE EXPRESA POR MEDIO DE LA FORMULA:

$$S = c + \sigma_n \, tg\, \phi$$

ESTA EXPRESION NOS REPRESENTA UNA LEY DE RESISTENCIA, LA CUAL SE ENCUENTRA basada EN LA TEORIA DE COULOMB-MOHR.

EN DONDE:

S = RESISTENCIA AL ESF. CORTANTE
C = COHESION
σ_n = ESFUERZO NORMAL
ϕ = ANGULO DE FRICCION INTERNA.

EN SUELOS PURAMENTE FRICCIONANTES $S = \sigma_n \, tg\, \phi$ Y EN MATERIALES NETAMENTE COHESIVOS $S = C$

PREPARACION DE PROBETAS

LAS MUESTRAS QUE SE EMPLEAN POR LO GENERAL EN LOS ENSAYES SON DE FORMA CILINDRICA CON UNA RELACION DE ESBELTEZ DE 2 A 3 (LA ALTURA DEBE SER 2 A 3 VECES EL DIAMETRO).

MUESTRAS INALTERADAS

LAS MUESTRAS SE LABRAN CONFORME AL PROCEDIMIENTO Nº 2 EMPLEADO PARA DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO, VISTO EN EL ENSAYE Nº 3

EN ALGUNOS SUELOS RESULTA DIFICIL DAR UN ACABADO UNIFORME EN LAS CARAS DEL ESPECIMEN. CUANDO ESTO SE PRESENTE, PROCEDA A CABECEAR LA MUESTRA CON YESO. ESTO TIENE COMO FINALIDAD PROPORCIONAR UNA SUPERFICIE DE CONTACTO LO MAS PLANA POSIBLE.

MUESTRAS REMOLDEADAS

CON EL OBJETO DE CONOCER LA SENSITIVIDAD DE LOS SUELOS ES CONVENIENTE FABRICAR ESPECIMENES, LOS CUALES, SON SOMETIDOS UNICAMENTE A ENSAYES DE COMPRESION SIMPLE O NO CONFINADA. CON LOS VALORES OBTENIDOS DE RESISTENCIA ULTIMA A LA COMPRESION SIMPLE EN MUESTRAS INALTERADAS Y REMOLDEADAS SE CALCULA LA SENSIBILIDAD MEDIANTE LA EXPRESION:

$$St = \frac{q_{ui}}{q_{ur}}$$

AMBAS MUESTRAS DEBEN TENER LAS MISMAS CARACTERISTICAS, EN CUANTO A DIMENSIONES Y CONTENIDO DE HUMEDAD. DE PREFERENCIA LA PROBETA REMOLDEADA DEBE DE FABRICARSE CON EL MISMO MATERIAL DE LA INALTERADA

LA SENSIBILIDAD PARA ARCILLAS NORMALES ESTA COMPRENDIDA ENTRE 2 y 8, VALORES MAYORES PRESENTAN CARACTERISTICAS EXTRASENSITIVAS (TERZAGHI)

NOTA: TODOS LOS ESPECIMENES TANTO DE MUESTRAS INALTERADAS COMO REMOLDEADAS DEBEN LABRARSE EN EL CUARTO HUMEDO.

ENSAYE 9

COMPRESION SIMPLE

EQUIPO:

1.- EXTRACTOR DE MUESTRAS
2.- LABRADOR DE PROBETAS
3.- CUCHILLOS
4.- SIERRA DE ALAMBRE
5.- ESPATULA
6.- VERNIER
7.- CAPSULAS DE ALUMINIO O VIDRIOS DE RELOJ.
8.- BALANZA DE TORSION DE 0.01gr DE APROXIMACION.
9.- HORNO DE TEMPERATURA CONSTANTE (110°C)
10.- MICROMETRO APROX. 0.0001"
11.- EXTENSOMETRO APROX. 0.01 mm
12.- APARATO DE COMPRESION SIMPLE, CON ANILLO DE CARGA CALIBRADO Y ACCION HIDRAULICA

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

1.- DESPUES DE QUE HA LABRADO EL ESPECIMEN DETERMINE MEDIANTE UN VERNIER SUS DIAMETROS Y ALTURA.

②.- CALCULE LAS MAGNITUDES DE LAS DEFORMACIONES TOTALES QUE CORRESPONDAN AL 5%, 10%, 15% y 20% DE LA ALTURA NETA DEL ESPECIMEN. LAS LECTURAS DEL EXTENSOMETRO CORRESPONDIENTES A ESTAS DEFORMACIONES SIRVEN DE GUIA CON RESPECTO AL PROGRESO DE LA PRUEBA.

EL ENSAYE DE COMPRESION SIMPLE O NO CONFINADO ES SEMEJANTE A LA PRUEBA QUE SE REALIZA CON CILINDROS DE CONCRETO, EL CUAL SE LLEVA A CABO APLICANDO CARGAS AXIALES A UN ESPECIMEN DE SUELO, MIDIENDO LAS DEFORMACIONES CORRESPONDIENTES A LA CARGA APLICADA.

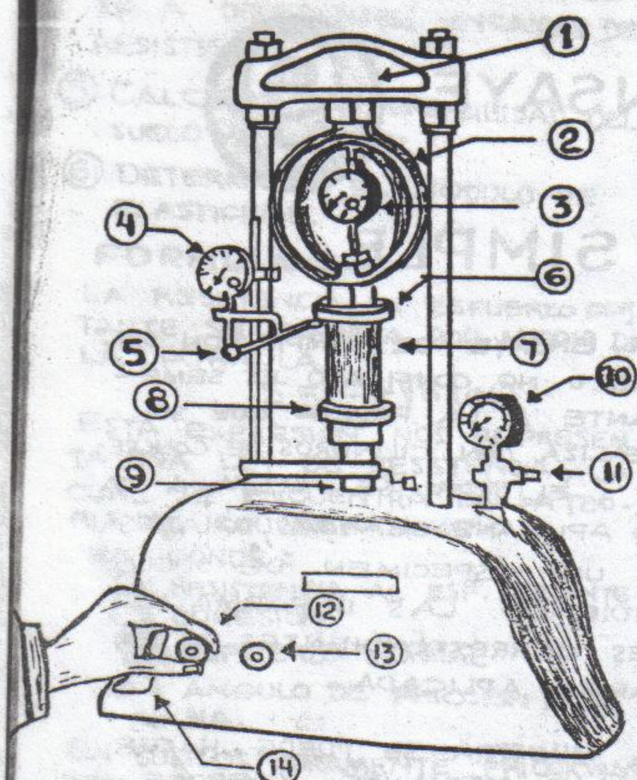
+ LA MUESTRA SE PUEDE HACER FALLAR MEDIANTE 2 PROCEDIMIENTOS.

① - ESFUERZO CONTROLADO O
② - DEFORMACION CONTROLADA

CUANDO SON SUELOS BLANDOS EL PROCEDIMIENTO QUE SE EMPLEA ES EL 2º, DEBIDO A QUE A UNA CARGA MINIMA, CORRESPONDEN DEFORMACIONES CONSIDERABLES. EN CAMBIO, CUANDO SE TIENEN MATERIALES RIGIDOS (SUELOS CEMENTADOS EN ESTADO SECO, CONCRETO, ROCA) DEBE APLICARSE EL 1º)

③.- LIMPIAR Y REVISAR EL APARATO DE COMPRESION SIMPLE MODELO U-130, VERIFICANDO QUE FUNCIONE DEBIDAMENTE.

④.- NIVELAR EL CABEZAL DE CARGA Y COLOCARLO A UNA DISTANCIA LIGERAMENTE MAYOR A LA ALTURA DE LA MUESTRA.



APARATO CON FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO PARA ENSAYES DE COMPRESION NO CONFINADA MODELO U-130. SU CAPACIDAD DE CARGA ES DE 500 lb (226.8 Kg) PUDIENDO TRANSMITIR UNA PRESION EN BASE A SU PLACA DE APOYO DE 125 Psi (8.79) Kg/cm²

1.- CABEZAL DE CARGA
2.- DINAMOMETRO
3.- MICROMETRO APROX. 0.0001"
4.- EXTENSOMETRO
5.- APOYO DEL BRAZO DEL EXTENSOMETRO
6.- PLATO SUPERIOR
7.- ESPECIMEN
8.- PLATO INFERIOR
9.- VASTAGO DE CARGA
10.- MANOMETRO
11.- VALVULA DE ADMISION DE AIRE A PRESION.
12 y 13.- VALVULAS DE CONTROL DE VELOCIDADES, DE ASCENSO Y DESCANSO DEL VASTAGO DE CARGA
14 PEDAL

(5) COLOQUE EL MICROMETRO Y EL EXTENSOMETRO, PARA TOMAR LAS LECTURAS DE LA CARGA Y DEFORMACION RESPECTIVAMENTE

(6) CHEQUE QUE LAS VALVULAS (12) Y (13) SE ENCUENTREN CERRADAS

(7) LLENE EL TANQUE DE AIRE A PRESION HASTA REGISTRAR UNA LECTURA EN EL MANOMETRO DE 80 A 120 lbs.

(8) BAJE EL PEDAL (14) MANTENIENDO FIJA ESTA POSICION HASTA QUE LA PROBETA HAYA FALLADO

(9) MONTE EL ESPECIMEN POR ENSAYAR, Y ABRA LENTAMENTE LA VALVULA (12) HASTA QUE LA PLACA SUPERIOR HAGA CONTACTO LIGERAMENTE CON LA MUESTRA (SIN APLICAR NINGUNA CARGA)

(10) TOME LAS LECTURAS INICIALES EN EL MICROMETRO, EXTENSOMETRO Y CRONOMETRO ANOTANDOLAS EN LAS COLUMNAS (1), (2) Y (4) DEL REGISTRO

TIEMPO TRANSCURRIDO min.	DEFORMACIONES MICROMETRO 0.0001"	CARGA Kg	LECTURA EXTENSOMETRO 0.01 mm
(1)	(2)	(3)	(4)
0	0.00		0.00
			1.00
			2.00
			3.00
			4.00
			⋮

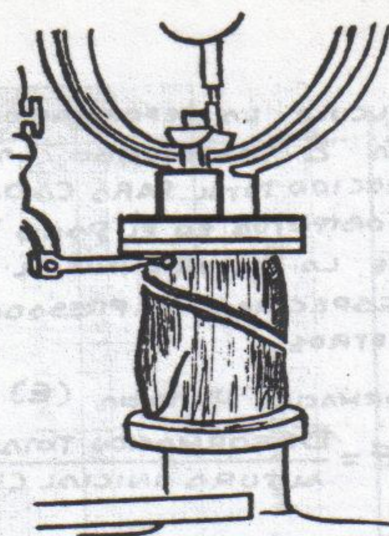
(11) SI SE VA A SEGUIR EL PROCEDIMIENTO CONTROLANDO LAS DEFORMACIONES, PUEDE FIJARSE LA VARIACION EN EL EXTENSOMETRO YA SEA A CADA 10, 20, 50, 100 CENTECIMAS DE MILIMETRO. POR LO TANTO UNA VEZ ESTABLECIDOS ESTOS VALORES, HABRA QUE, CORRELACIONARLOS SIMULTANEAMENTE CON LAS LECTURAS PROPORCIONADAS POR EL MICROMETRO AL IR TRANSCURRIENDO EL ENSAYE.

NOTA:
LA VELOCIDAD DE DEFORMACION A QUE DEBERA SOMETERSE EL ESPECIMEN SERA DE 0.5 a 2% DE SU ALTURA POR MINUTO. GENERALMENTE SE ADOPTA (1 mm/min.)

(12) SE ABRE LA VALVULA (12) SOMETIENDO LA PROBETA A LA VELOCIDAD DE DEFORMACION ESPECIFICADA HASTA QUE LA CARGA, DESPUES DE HABER LLEGADO A UN MAXIMO EMPIECE A DECRECER (MATERIALES ARENOSOS). ES CONVENIENTE TOMAR VARIAS LECTURAS DESPUES DE QUE HA FALLADO LA MUESTRA.
EN EL CASO DE SUELOS PLASTICOS EL ENSAYE DEBE DE SUSPENDERSE CUANDO LA DEFORMACION CORRESPONDA A UN 20% CON RESPECTO A LA ALTURA INICIAL.

(13) DESPUES DE QUE HA FALLADO LA MUESTRA LEVANTE EL PEDAL (14) Y ABRA TOTALMENTE LA VALVULA (12). ESTO HARA QUE BAJE EL VASTAGO DE CARGA (9)

(14) HAGA UN CROQUIS MOSTRANDO LA FALLA (S) Y MIDA SU ANGULO CON RESPECTO A UN PLANO HORIZONTAL



(15) CALCULE LOS ESFUERZOS REPRESENTANDO SUS VALORES GRAFICAMENTE.

CALCULOS

a) DETERMINE EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA EN ESTUDIO.

b) CALCULE EL AREA INICIAL Y EL VOLUMEN DEL ESPECIMEN.

c) EMPLEANDO LA CURVA DE CALIBRACION DEL ANILLO (GRAFICA 1) DETERMINE SU CONSTANTE Y CALCULE LA CARGA CORRESPONDIENTE A CADA DEFORMACION FIJADA. LOS VALORES OBTENIDOS ANOTELOS EN LA COLUMNA Nº 3.

d) DETERMINE LA DEFORMACION TOTAL QUE SUFRIO EL ESPECIMEN CORRESPONDIENTE A CADA PUNTO, RESTANDO LA LECTURA INICIAL EN EL EXTENSOMETRO DE LA FINAL. LOS VALORES OBTENIDOS ANOTELOS EN LA COLUMNA (5) PUEDE OBSERVARSE QUE SON LOS MISMOS REGISTRADOS EN LA COLUMNA (4). ESTO SE DEBE A QUE SE PARTIO DE 0.00

e) CALCULE LA DEFORMACION UNITARIA $\mathcal{E}$ DIVIDIENDO LA DEFORMACION TOTAL PARA CADA PUNTO (OBTENIDA EN EL PASO "d") ENTRE LA ALTURA INICIAL (Ho) DEL ESPECIMEN EXPRESADO EN MILIMETROS.

DEFORMACION UNITARIA (E)

$$\mathcal{E} = \frac{\text{DEFORMACION TOTAL}}{\text{ALTURA INICIAL (Ho)}} = \frac{(5)}{H_o}$$

f) OBTENGA EL AREA CORREGIDA, MEDIANTE LA EXPRESION

$$\text{AREA CORREGIDA} = \frac{\text{AREA INICIAL}}{1 - \mathcal{E}}$$

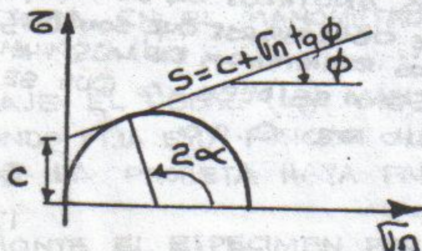
g) DETERMINE EL ESFUERZO UNITARIO (σ) DIVIDIENDO LA CARGA CORRESPONDIENTE ENTRE SU AREA CORREGIDA.

$$\sigma = \frac{\text{CARGA (Kg)}}{\text{AREA CORREGIDA (cm}^2)}$$

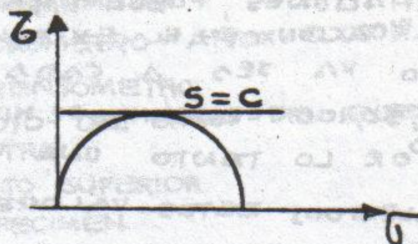
h) DIBUJE LA CURVA ESFUERZO DEFORMACION ANOTANDO EN EL EJE DE LAS ABSCISAS LAS DEFORMACIONES UNITARIAS EXPRESADAS EN % Y EN EL EJE DE LAS ORDENADAS EL ESFUERZO (Kg/cm^2).

i) CON LOS VALORES OBTENIDOS. (ESFUERZO MAXIMO A LA FALLA Y ANGULO DE FALLA (α)) DETERMINE GRAFICAMENTE MEDIANTE EL CIRCULO DE MOHR LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA.

EN SUELOS COHESIVOS-FRICCIONANTES



EN SUELOS PURAMENTE COHESIVOS



OBSERVACIONES Y POSIBLES ERRORES QUE PUEDEN COMETERSE EN EL ENSAYE

1.- LABRAR LAS MUESTRAS EN FORMA INDEBIDA.

2.- QUE LA MUESTRA NO TENGA LA RELACION DE ESBELTEZ ESPECIFICADA.

3.- SUPERFICIES IRREGULARES EN LAS BASES DEL ESPECIMEN.

4.- QUE LA PROBETA NO SE ENCUENTRE DEBIDAMENTE CENTRADA.

5.- EL PLATO SUPERIOR NO HAGA CONTACTO CON LA PROBETA.

6 PRECARGAR LA PROBETA.

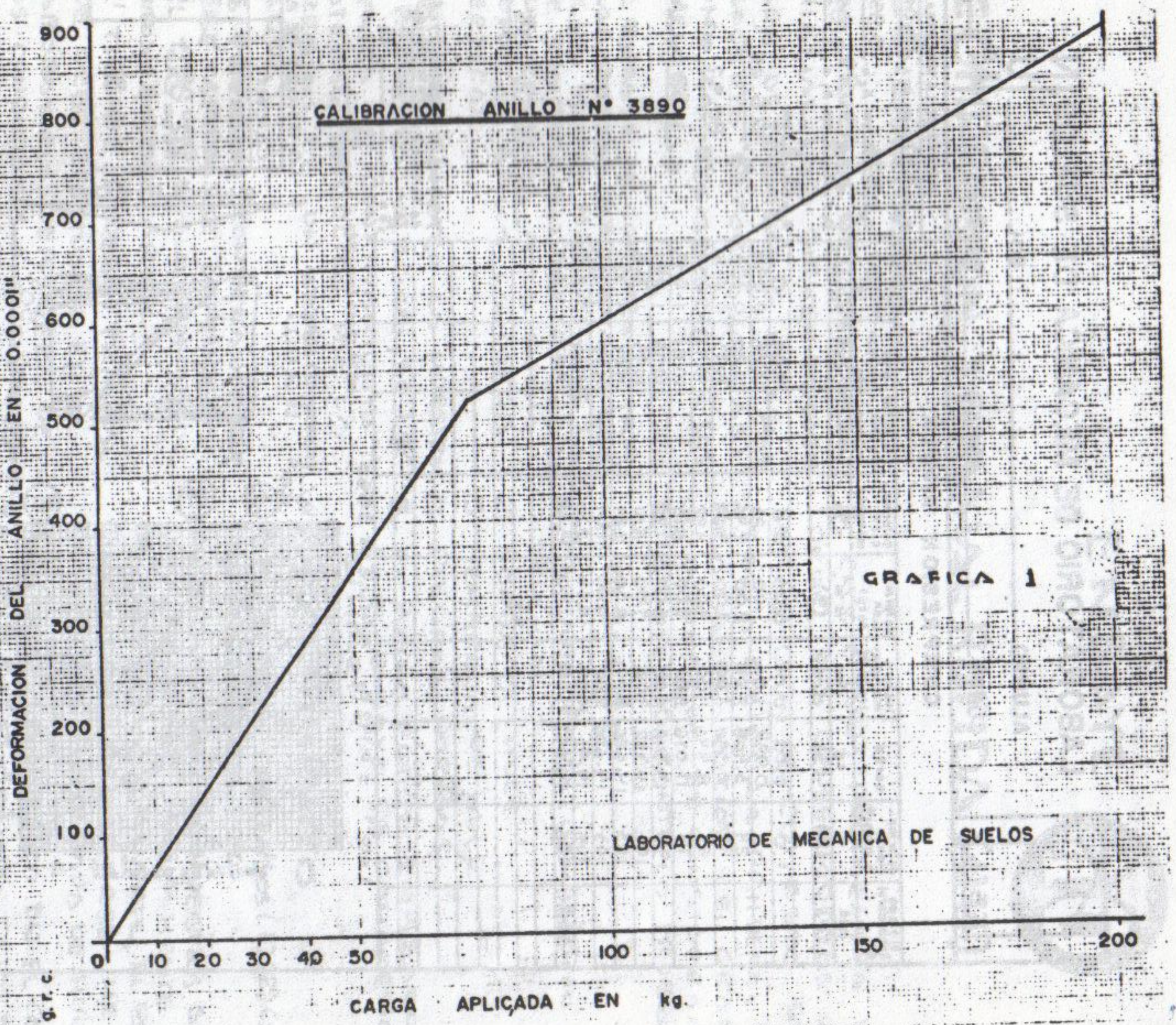
7. ERROR VISUAL AL IR TOMANDO LAS LECTURAS EN EL MICROMETRO Y EXTENSOMETRO.

8.- LECTURAS MAL SINCRONIZADAS

9.- REALIZAR EL ENSAYE A UNA VELOCIDAD MAYOR A LO ESPECIFICADO.

10.- DINAMOMETRO MAL CALIBRADO

11.- QUE EL DINAMOMETRO HAYA PERDIDO SU RANGO ELASTICO.


CALIBRACION ANILLO N° 3890
GRAFICA 1
DEFORMACION DEL ANILLO EN 0.0001"
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
10
20
30
40
50
100
150
200
CARGA APLIÇADA EN kg.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
g. r. c.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ALUMNO ______________________ **BOL.** __________

CURSO ______________ **GRUPO** __________ **CARRERA** __________

NUM __________

COMPRESION SIMPLE

tiempo transcurrido.	deformaciones 0.0001"	carga	lectura micrometro 0.01	deformación total	deformación unitaria	1 – deformación unitaria	area corregida	esfuerzo σ
min		kg.	mm.	m m.	%	—	cm^2	kg/cm^2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)				
	0	0.00	0.00	0.00	0.0		9.95	0
	7	0.994	1.00	1.00	1.23		10.08	0.098
	24	3.408	2.00	2.00	2.46		10.20	0.334
	45	6.390	3.00	3.00	3.69		10.33	0.618
	63	8.946	4.00	4.00	4.92		10.47	0.854
	78	11.076	5.00	5.00	6.15		10.61	1.043
	94	13.348	6.00	6.00	7.38		10.75	1.241
	101	14.342	7.00	7.00	8.61		10.89	1.316
	103	14.626	8.00	8.00	9.84		11.04	1.324
	103	14.626	9.00	9.00	11.07		11.19	1.324
	105	14.91	10.00	10.00	12.30		11.35	1.313
3min.	106	15.052	11.00	11.00	13.55		11.51	1.307

1 x10⁻⁴" = 0.142 Kg   ANILLO Nº 3890

MEDIDAS DE LA MUESTRA

D_s = 3.57 cm A = 10.00 cm

D_c = 3.56 cm A_c = 9.953 cm

D_i = 3.55 cm A_i = 9.89 cm

H_m = 8.13 cm

W_i = 125.65 gr.

V_i = 80.92 cm^3

γ = 1.55 Ton/m^3

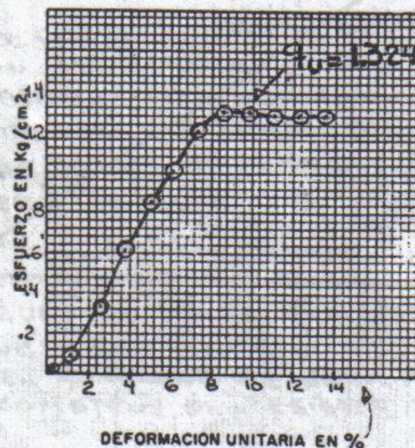
$$Am = \frac{As + 4c + Ai}{6} =$$

$$= \frac{\qquad}{6} = 9.95\ cm^2$$

Velocidad de aplicación de la carga = 1mm/minuto

$\sqrt{3}$ = __________ Kg.

NOTA: -Area corregida = $\frac{Am}{1 - Def.\ unit.}$



DEFORMACION UNITARIA EN %

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA



Angulo de falla α = 50°

RESULTADO

CONTENIDO DE AGUA

CAP. Nº	X
P. CAP+S.H	30.11
P. CAP+S.S	27.33
PESO AGUA	2.76
PESO CAP.	9.01
PESO S. SECO	18.32
ω%	15.17

FIRMA DEL ALUMNO ______________ FECHA ______________

OBSERVACIONES DEL PROFESOR

____

____

CALIFICACION ______

FIRMA DEL PROFESOR ______________

ENSAYE 10

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA (UU)

GENERALIDADES

LAS PRUEBAS DE COMPRESION TRIAXIAL, NOS SIRVEN TAMBIEN PARA DETERMINAR LA RELACION ESFUERZO DEFORMACION, ASI COMO LA RESISTENCIA DE LOS SUELOS.

EL ENSAYE DE COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA SE LLEVA A CABO DE LA MISMA MANERA QUE LA DE COMPRESION SIMPLE, EN LO QUE RESPECTA A LA FORMA COMO SE APLICA LA CARGA VERTICAL.

ANTES DE SOMETER LA MUESTRA A ESFUERZO VERTICAL, SE LE APLICA UN CONFINAMIENTO LATERAL, PRODUCIDO POR LA PRESION DE UN LIQUIDO (AGUA).

LA PRESION CONFINANTE QUE DEBE APLICARSE DEPENDERA DEL TIPO DE SUELO, PROFUNDIDAD Y SOBRECARGAS.

EL TIPO DE PRUEBA TRIAXIAL QUE DEBE EFECTUARSE EN EL LABORATORIO, DEPENDERA DE LAS CONDICIONES A QUE VA ESTAR SUJETO EL TERRENO DE CIMENTACION. CABE ACLARAR QUE LA PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA SE LLEVA A CABO EN UN TIEMPO MENOR A LA RAPIDA CONSOLIDADA Y A LA LENTA. POR OTRA PARTE EL ENSAYE (UU) PROPORCIONA VALORES MAS CONSERVADORES QUE LAS (R-CU) Y (S-CD), ESTO SE DEBE A QUE EN LA PRIMERA, LA RELACION DE VACIOS Y EL GRADO DE SATURACION SE CONSIDERAN CONSTANTES DURANTE LA PRUEBA.

EQUIPO

1.- MAQUINA PARA COMPRESION TRIAXIAL.
2.- BANDA DE HULE
3 MEMBRANA DE HULE
4.- PIEDRAS POROSAS
5.- EL MISMO EQUIPO EMPLEADO EN EL ENSAYE DE COMPRESION SIMPLE.

PROCEDIMIENTO

(1) SE REPITEN LOS PASOS (1)(2)(5) DEL ENSAYE Nº 9

(2) DEBIDO A QUE LA MUESTRA SE VA A SOMETER INICIALMENTE A UNA PRESION CONFINANTE, EL ESPECIMEN DEBE PROTEGERSE MEDIANTE UNA MEMBRANA DE HULE

(3) DEPOSITE LA MUESTRA EN EL CABEZAL QUE SE ENCUENTRA FIJO EN LA BASE DE LA CAMARA; PREVIAMENTE COLOQUE UNA PIEDRA POROSA Y PAPEL FILTRO.

(4) MEDIANTE UNA LIGA SUJETE LA MEMBRANA CON EL CABEZAL INFERIOR.

⑤ COLOQUE UNA PIEDRA POROSA EN LA PARTE SUPERIOR DEL ESPECIMEN, Y SOBRE ELLA EL CABEZAL, SUJETANDOLO CON LA MEMBRANA MEDIANTE UNA LIGA.

⑥ UNA VEZ QUE SE ENCUENTRA MONTADA LA MUESTRA, SE PROCEDE A FIJARLA MEDIANTE LA CAMARA DE COMPRESION, ASENTANDO EL VASTAGO EN EL CABEZAL SUPERIOR.

⑦ FIJE LA TAPA DE LA CAMARA SOBRE EL CILINDRO DE LUCITA APRETANDO DEBIDAMENTE SUS TORNILLOS.

⑧ LLEVE LA CAMARA AL BANCO DE COMPRESION TRIAXIAL, CONECTANDO ENSEGUIDA LAS MANGUERAS QUE LA COMUNICAN CON EL CILINDRO DEL DISPOSITIVO, DE TAL MANERA QUE EL AGUA A PRESION LE DE EL CONFINAMIENTO DESEADO AL ESPECIMEN.

⑨ SE PROCEDE A APLICAR LA CARGA HASTA QUE EL ESPECIMEN FALLE, CONSIDERANDO EL MISMO CRITERIO QUE SE LLEVO A CABO EN EL ENSAYE DE COMPRESION SIMPLE PASOS(12),(13), (14) (15).

⑩ EFECTUE LOS CALCULOS REPITIENDO LOS PASOS(a,b,c,d,f, g y h DEL ENSAYE(9)

⑪ PARA DETERMINAR LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA DIBUJE A UNA DETERMINADA ESCALA LOS CIRCULOS DE MOHR. LA LEY DE RESISTENCIA DEL SUELO QUEDA DEFINIDA AL TRAZAR UNA LINEA TANGENTE A ELLOS. EN ESTE CASO, DEBEN EFECTUARSE 3 ENSAYES EMPLEANDO DIFERENTES VALORES DE PRESION CONFINANTE.

OBSERVACIONES Y POSIBLES ERRORES QUE PUEDEN COMETERSE EN EL ENSAYE.

1.- DISIPACION EN LA PRESION CONFINANTE.
2.- ROTURA DE LA MEMBRANA.
3.- EL ESPECIMEN NO DEBE PERMANECER TIEMPOS EXCESIVOS, AL APLICAR LA PRESION CONFINANTE
4.- FRICCION EN EL VASTAGO.
5.- LOS MISMOS QUE SE EXPUSIERON EN EL ENSAYE DE COMPRESION SIMPLE.

o

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA CONSOLIDADA (R-CU)

EL ENSAYE CONSISTE EN SOMETER LA PROBETA A UNA ETAPA DE CONSOLIDACION, APLICANDO UNICAMENTE PRESION CONFINANTE. ESTA PRESION DEBE EQUILIBRARSE APLICANDO PESAS EN EL MARCO DE CARGA, HASTA IGUALAR EL EMPUJE DEL VASTAGO DE LA CAMARA. A CONTINUACION SE PROCEDE A ABRIR LAS LLAVES DE DRENAJE EN LA CAMARA, PERMITIENDO SALIR EL AGUA DEL ESPECIMEN, HASTA QUE LA CURVA DE CONSOLIDACION QUEDE DEFINIDA. DESPUES DE EFECTUADA ESTA ETAPA, SE SIGUE EL MISMO PROCEDIMIENTO QUE EN EL ENSAYE DE COMPRESION TRIAXIAL RAPIDO.

o

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL LENTA (S-CD)

ESTA PRUEBA SE LLEVA A CABO DE LA MISMA MANERA COMO SE REALIZO LA 1º ETAPA DE LA PRUEBA (R-CU) DEJANDO QUE EN CADA ETAPA DE CARGA, EL ESPECIMEN SE DRENE.

ESTE ENSAYE REQUIERE PARA SU REALIZACION DE UN TIEMPO CONSIDERABLE (2-5 meses), POR TAL MOTIVO NO SE EFECTUA EN LA PRACTICA.

IPN ESIA	DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS INGENIERIA EXPERIMENTAL	NUM

TRIAXIAL RAPIDA

OBRA : ______

LOCALIZACION: ______

ENSAYE Nº : ______ SONDEO Nº ______

MUESTRA Nº ______ PROFUNDIDAD ______

DESCRIPCION ______

ANILLO Nº : ______

FECHA : ______

OPERADOR : ______

CALCULO: ______

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Ds: ______ cm As: ______ cm^2

Dc: ______ cm As: ______ cm^2

Di : ______ cm Ai : ______ cm^2

Hm: 7.83 cm

W 137.92 grs

V : 77.13 cm^3

γ : 1.78 ton/m^3

ANILLO			MUESTRA					
lectura deformímetro.	deform. total	carga	lectura micrómetro.	deform. total	deform. unitaria	deform. unitaria	area corregida	esfzo. desviador
0.0001"	MIN	Kg	MM	MM	%	1	CM²	KG/CM²
0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		9.851	0
0.00		0.00	0.50	0.50	0.638		9.913	0
14.00		2.000	1.00	1.00	1.27		9.977	0.200
105.60		15.000	2.00	2.00	2.55		10.108	1.483
144.30		20.500	3.00	3.00	3.83		10.243	2.00
158.40		22.500	4.00	4.00	5.10		10.380	2.16
165.40		23.500	5.00	5.00	6.38		10.522	2.23
164.00		23.300	6.00	6.00	7.66		10.669	2.18
161.90		23.000	7.00	7.00	8.93		10.816	2.12
160.20		22.750	8.00	8.00	10.21		10.971	2.07
158.40		22.250	9.00	9.00	11.49		11.129	1.99
154.90		22.000	10.00	10.00	12.77		11.293	1.94
153.10		21.750	11.00	11.00	14.04		11.459	1.89
152.10		21.600	12.00	12.00	15.32		11.633	1.85
152.10		21.600	13.00	13.00	16.60		11.811	1.82
153.10		21.750	14.00	14.00	17.87		11.994	1.81

$$Am = \frac{As + 4Ac + Ai}{6} = 9.851$$

σ_3 = 0.5 Kg/cm^2 PRESION LATERAL

$$e_1 = \frac{V_t}{V_s} - 1$$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s}$$

$$e_1 = \frac{\quad}{\quad} - 1$$

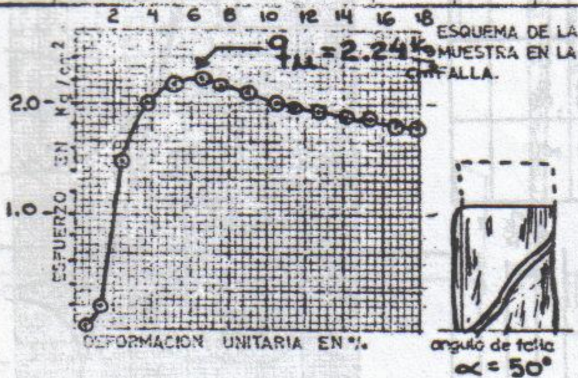
$$e_1 = \frac{S_s \gamma_w - \gamma_s}{\gamma_s}$$

$S_s \gamma_w - \gamma_s =$

$e_1 =$

$$Gw_1 = \frac{w S_s}{e}$$

$$\text{Area corregida} = \frac{Am}{1 - \text{def. unitaria}}$$



CONTENIDO DE AGUA	
CAPSULA Nº	108.6
TARA + SUELO HUM	245.98
TARA + SUELO SECO	216.22
PESO AGUA	29.76
PESO TARA	108.06
PESO SUELO SECO	108.16
W %	27.51

OBSERVACIONES: ______

LAGF-77

IPN
ESIA

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INGENIERIA EXPERIMENTAL

NUM

CIRCULOS DE MOHR — COMPRESION TRIAXIAL

Obra ______ Localización ______ Sondeo Nº ______
Muestra ______ Profundidad ______

PROMEDIOS

ω_i = ______ %
e_i = ______
G_i = ______ %
ϕ = ______
C = ______ T/m²
γ = ______ T/m³
Cl = ______ %
Vel rup = ______ mm/min

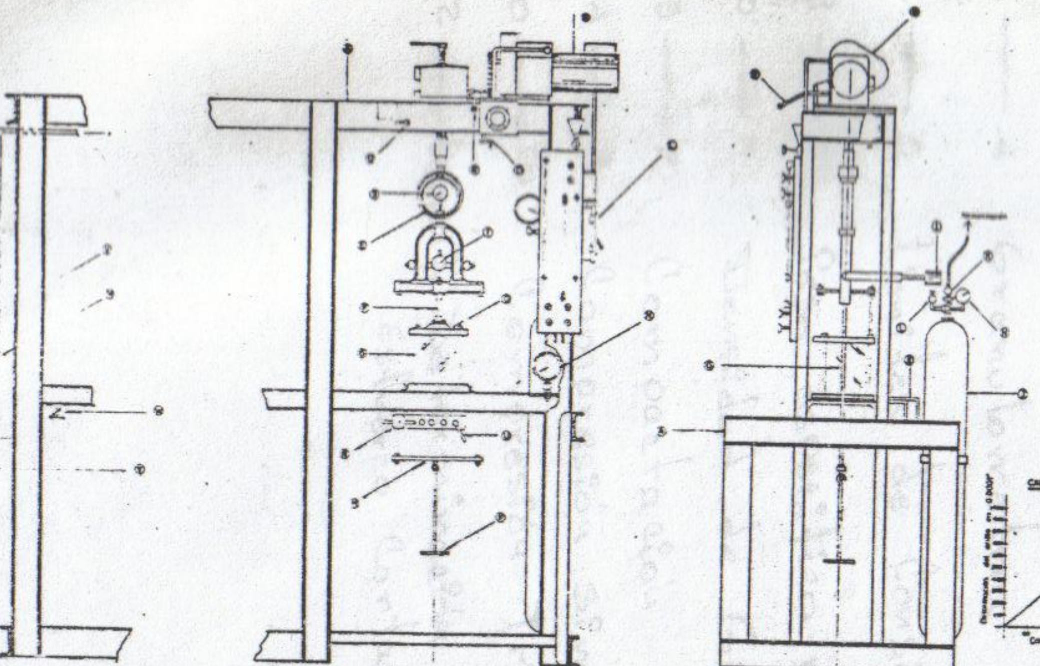
PRUEBA	w_i	w_f	e_i	e_f	G_i	G_f	σ_{III}	$\sigma_I-\sigma_{III}$	●
1	27.51		0.87		82.66		0.5	2.233	
2	25.91		0.82		82.01		3.0	4.164	
3	26.03		0.84		82.48		5.0	5.623	

◉ No consolidada - no drenada
○ Consolidada - no drenada
○ Consolidada - drenada

$\phi = 17°$, $c = 0.7$ Kg/cm²

g.p.s.
Alumno ______ Bol ______ Fecha ______

BANCO PARA PRUEBAS TRIAXIALES
MCA. SOILTEST MOD. T-115-3D



PARTES PRINCIPALES DE LA MAQUINA

A.- BANCO
B.- MOTOR
C.- SWITCH GENERAL
D.- VELOCIMETRO
E.- DINAMOMETRO
F.- VASTAGO DE CARGA
G.- CAMARA TRIAXIAL
H.- MARCO DE CARGA
I.- CONTRAPESO
J.- TANQUE DE ALMACENAMIENTO
K.- LLAVE DE ADMISION DE AGUA DEL TANQUE (J)
L.- LLAVE DE EXPULSION DE AIRE
M.- LLAVE DE ADMISION DE AIRE
N.- MANOMETRO
Ñ.- LLAVE DE ADMISION DE AGUA DE LA CAMARA (G)
O.- VALVULA DE EXPULSION DE AIRE DE LA CAMARA (G)
P.- PORTA PESAS
Q.- SWITCH DE ARRANQUE
R.- PALANCA DE EMBRAGUE
S.- DEFORMIMETRO DE 0.0001" DE APROXIMACION
T.- MICROMETRO DE 0.01 mm. DE APROXIMACION
U.- DESAGUE
V.- LLAVE DE AIRE A PRESION
W.- REGULADOR DE PRESION
X.- CONEXION RAPIDA DEL TANQUE A LA CAMARA
Y.- MANGUERA DE AIRE A PRESION

GUIA BASICA PARA SU USO

1.- Anule el peso del marco de carga (H), con el contrapeso (I), equilibrandolo.

2.- Calcule el peso necesario para anular la presión ejercida en el vástago por el agua de la cámara triaxial (G), y coloque en (P) dicho peso al mismo tiempo que tiene la cámara con agua a presion.

3.- Una vez montado el especímen en la cámara (G), colóquese la cámara en (A) y conectese al tanque (J) con (X).

4.- Con la válvula (K), llénese el tanque (J) de agua.

5.- Abra la llave (L), en caso necesario para facilitar el llenado de (J).

6.- Cierre las llaves (L) y (K).

7.- Aplique la presión deseada al tanque (J), con la llave (W), léase la presión en (N).

8.- En caso de haber fugas, regúlese la presión con (W).

9.- Llene la cámara (G), abriendo (Ñ).

10.- Con (O), expulse el aire de la cámara (G) hasta que salga agua.

11.- Verifique la presión de la cámara (G), en (N); Abra la llave (M), en caso de necesitar presión. Si neces[...]re disminuir la presión abra la llave (L), hasta la deseada.

12.- Conecte el switch (C) a la línea de alimentación, cierre el circuito.

13.- Baje el dinamómetro (E) con la palanca (Q), moviéndola hacia la izquierda. La palanca (R) debe estar embragada a la flecha de transmisión del motor.

14.- Regule la velocidad con el velocímetro (D).

15.- Detenga el descenso del dinamómetro (E) hasta que se mueva 0.0001" el deformímetro (S), colocando la palanca normal al eje longitudinal del banco (A).

16.- Tómese lecturas iniciales en el deformímetro (S), y en el micrómetro (T).

17.- Aplíquese carga a la muestra colocando la palanca (Q) a la izquierda. La velocidad de deformación de la muestra debe ser de 1 mm./min., es decir la aguja mayor del micrómetro (T) dará una vuelta por minuto.

18.- Léase el micrómetro (T) cada 0.0010" del deformímetro (S), hasta que falle.

19.- Cierre la llave (Ñ), y, ábrase (U) para desaguar.

20.- Para descargar regrese la palanca (Q) a la posición indicada en (15), parando en esta forma el motor. Mueva la palanca (Q) hacia la derecha y aumente la velocidad de ascenso con (D).

21.- Para acelerar el desagüe, coloque la manguera (Y) en la válvula (O) y abra la llave (V).

22.- Desconecte la conexión rápida (X), retire la cámara triaxial (G).

TRIAXIAL RAPIDA
DEFORMACION CONTROLADA

MEDIDAS DE LA MUESTRA:

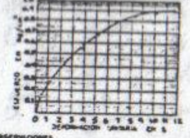
Ds = 3.55 cm	As = 9.85 cm²	Wi = 148.48 gr	FECHA: Abril 1977
Dc = 3.52 cm	Ac = 9.70 cm²	Vi = 88.00 cm³	OPERADOR: Azul Cortés
Di = 3.52 cm	Ai = 9.70 cm²	γm = 1.63 Ton/m³	CALCULISTA: A. Monteiro
Hm = 9.37 cm	$Am = \frac{As+4Ac+Ai}{6} = \frac{58.80}{6} = 9.80$ cm²		ANILLO No: 4366
σ3 = 1.90 Kg/cm²	$e = \frac{Vi}{Vs} - 1$	$Vs = \frac{Ws}{Ss} = \frac{124.15}{2.63} = 47.20$	$e = \frac{1.943}{} - 1 = 0.893$
Velocidad de aplicación de la carga = 1 mm/min.			Ss = 2.63

Lectura deformímetro	Deformación	Carga kg	Lectura micrómetro	Deformación total	Deformación unitaria %	1 - ε	Area corregida cm²	Esfuerzo desviador kg/cm²
[illegible]	0.000	0.000	17.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
[illegible]	0.10	1.411	17.437	0.363	0.400	0.996	9.939	0.144
[illegible]	0.20	[illegible]	16.668	1.152	1.270	0.987	9.929	0.284
[illegible]	0.30	[illegible]	15.643	2.157	2.378	0.976	10.041	0.422
[illegible]	[illegible]	5.542	14.353	3.447	3.800	0.962	10.187	0.556
[illegible]	[illegible]	7.090	13.065	4.735	5.220	0.944	10.338	0.683
[illegible]	[illegible]	8.472	11.189	6.611	7.289	0.927	10.572	0.801
[illegible]	[illegible]	9.178	10.199	7.612	8.392	0.916	10.699	0.855
[illegible]	[illegible]	9.762	8.550	9.231	10.179	0.898	10.913	0.893
[illegible]	[illegible]	10.028	7.279	10.523	11.599	0.884	11.085	0.904

CONTENIDO DE AGUA

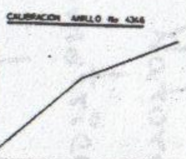
Cápsula No.	21
Tara + S. húmedo	154.46
Tara + S. seco	127.16
Peso agua	27.30
Peso tara	3.01
Peso S. seco	124.15
w %	21.99

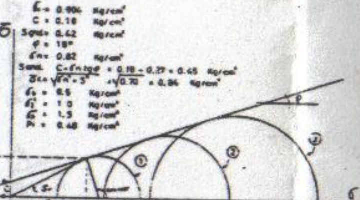
OBSERVACIONES:



NOTA: Area corregida = $\frac{Am}{1 - Def. unit.}$

ESQUEMA DE LA MUESTRA EN LA FALLA





NOTA: LOS CIRCULOS 2 y 3 SE OBTIENEN ANALOGAMENTE AL No 1 CON DIFERENTES PRESIONES CONFINANTES.

REPRESENTACION GRAFICA DE MOHR

NOTA.- Terminada la prueba, la cámara triaxial (G) no debe tener presión por ningún motivo. Anule la presión por medio de la válvula (O).

abril 1977.

asesor: Ing. CARLOS GARCIA ROMERO.

IPN ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS